

UNIVERSITE DE MONTPELLIER

N° 227

FACULTÉ DE PHARMACIE

ERICA MULTIFLORA L.

ou

“ Bruyères à fleurs nombreuses ”

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant la Faculté de Pharmacie de Montpellier

Le 25 Janvier 1934

PAR

Jean GIROUX

Pharmacien

Licencié-es Sciences Naturelles

POUR OBTENIR le GRADE de DOCTEUR de l'UNIVERSITE (Mention Pharmacie)

JURY	{	MM. JUILLET, professeur, président.	{	Assesseurs.
		CANALS, professeur.		
		JAULMES, chargé d'agrégation.		

MONTPELLIER
IMPRIMERIE MARI-LAVIT
1, RUE DE SAUVAGES, 1

1934

ERICA MULTIFLORA L.
OU “ BRUYERES A FLEURS NOMBREUSES ”

UNIVERSITE DE MONTPELLIER

N° 227

FACULTÉ DE PHARMACIE

ERICA MULTIFLORA L.

ou

“ Bruyères à fleurs nombreuses ”

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant la Faculté de Pharmacie de Montpellier

Le 25 Janvier 1934

PAR

Jean GIROUX

Pharmacien

Licencié-ès Sciences Naturelles

POUR OBTENIR le GRADE de DOCTEUR de l'UNIVERSITE (Mention Pharmacie)

JURY

MM. JUILLET, professeur, président.

CANALS, professeur.

JAULMES, chargé d'agrégation.

} Assesseurs.

MONTPELLIER
IMPRIMERIE MARI-LAVIT
1, RUE DE SAUVAGES, 1

1934

Faculté de Pharmacie de Montpellier

ADMINISTRATION

MM.

FONZES-DIACON (*, I. P. ☉, O. ☿). *Doyen.*
 P.-J. TARBOURIECH (*, I. P. ☉) *Assesseur.*
 LEBLAYE (A. ☉) *Secrétaire.*

PROFESSEURS

MM.

FONZES-DIACON (*, I. P. ☉, O. ☿) ..	<i>Chimie minérale.</i>
A. ASTRUC (O. *, I. P. ☉)	<i>Pharmacie galénique et industrielle.</i>
P. HOLLANDE (I. P. ☉)	<i>Zoologie et microbiologie.</i>
P.-J. TARBOURIECH (*, I. P. ☉)	<i>Chimie organique.</i>
A. JUILLET (I. P. ☉)	<i>Botanique et matière médicale.</i>
A. FAUCON (O. *, I. P. ☉, ☿, C. ☿,	<i>Pharmacie chimique.</i>
G. O. ☿)	
E. CANALS (I. P. ☉)	<i>Physique.</i>
M. MOUSSERON	<i>Chimie analytique et toxicologie.</i>

DOYEN HONORAIRE

M. G. MASSOL (*, I. P. ☉, M. A.)

PROFESSEUR HONORAIRE

M.

F. JADIN (O. *, I. P. ☉), Doyen hon. de la Faculté de Pharmacie de Strasbourg

CHARGÉS DE COURS

MM.

FONZES-DIACON (*, I. P. ☉, O. ☿) ..	<i>Toxicologie.</i>
A. ASTRUC (O. *, I. P. ☉)	<i>Hydrologie.</i>
P. HOLLANDE (I. P. ☉)	<i>Zoologie.</i>
F.-J. TARBOURIECH (*, I. P. ☉)	<i>Chimie biologique.</i>
A. JUILLET (I. P. ☉)	<i>Botanique.</i>
A. FAUCON (O. *, I. P. ☉, ☿, C. ☿,	
G. O. ☿)	<i>Fonctions en chimie organique.</i>
MOYE, Doyen honoraire Faculté de	
Droit (*, I. P. ☉)	<i>Législation pharmaceutique.</i>

AGRÉGÉ

M. P. JAULMES, chargé d'Agrégation

CHEF DES TRAVAUX PRATIQUES

MM.

L. FARRÉ (I. P. ☉)	<i>Chimie et Pharmacie.</i>
DAUBIAN DELISLE (*, I. P. ☉)	<i>Physique.</i>
SUSPLUGAS	<i>Histoire naturelle.</i>

NOTA. — La Faculté de Pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune d'opinions émises par les candidats dans les Thèses ou Synthèses qui sont présentées.



A LA MEMOIRE DE MON PERE

tué à l'ennemi le 10 octobre 1914

A MA MERE

AVANT-PROPOS

Voici près de sept ans que M. le Professeur Juillet m'accueillait dans son laboratoire ; je devais y rencontrer, en dehors d'excellents camarades, un Maître, qui non seulement se dépensa sans compter pour ma formation intellectuelle, mais qui voulut bien, dans certaines circonstances pénibles de ma vie, m'honorer de son amitié, me prodiguer ses conseils et m'encourager dans mes efforts. C'est avec une joie réelle, mais aussi avec une émotion profonde, qu'au terme de mes études, je me permets d'exprimer à M. le Professeur Juillet toute ma reconnaissance, et de l'assurer de mon respectueux dévouement.

Je tiens à remercier M. le Professeur Canals pour l'accueil si cordial qu'il m'a toujours réservé en son laboratoire. Durant mes nombreuses visites, j'ai pu apprécier la valeur scientifique et la grande bonté de ce Maître.

Ma gratitude va encore à M. Jaulmes, Chargé d'Agrégation. Au seuil de sa carrière universitaire qui sera, je l'espère, longue et particulièrement brillante, il me fit bénéficier de ses connaissances approfondies de la chimie.

C'est pour moi une obligation morale que de remercier M. Braun-Blanquet, Directeur de la Station Internationale de Géobotanique ; sa large érudition et ses conseils avisés

m'ont été d'un précieux secours dans l'élaboration de ce travail.

Qu'il me soit permis, en terminant, de dire à M. Susplugas, Chef de Travaux, combien j'ai été sensible aux marques d'amitié qu'il n'a cessé de me prodiguer durant nos six années de collaboration ; je formule de tout cœur des vœux pour son avenir universitaire.

INTRODUCTION

Peu de familles ont été aussi étudiées que les Ericacées aussi bien au point de vue anatomique et écologique qu'au point de vue chimique ; cependant M. BRAUN-BLANQUET, Directeur de la Station internationale de Géobotanique, nous fit remarquer une lacune parmi ces travaux d'ailleurs fort minutieux : à l'exception de Calluna vulgaris Salisb., les Ericacées de la région méditerranéenne n'ont été l'objet jusqu'à ce jour, que d'un nombre très restreint d'observations.

Nous avons alors choisi parmi les Ericacées méditerranéennes, un type languedocien fréquent aux environs de Montpellier : Erica multiflora L., espèce caractéristique de notre région.

Erica multiflora L. s'est bientôt révélé comme un type botanique très spécial, se détachant nettement des autres Ericacées, et ceci nous a encouragé à poursuivre nos recherches. La courte monographie qui fait l'objet de ce travail ne saurait être considérée comme un but et une fin. Elle ne constitue en effet qu'une introduction à une étude complète des Ericacées méditerranéennes qui fera l'objet d'un travail plus important déjà assez avancé.

En présentant l'ensemble de ces recherches préliminaires nous avons voulu fixer une partie de nos observations et en préciser l'importance éventuelle.

Les monographies les plus importantes concernant les Ericacées sont l'œuvre d'auteurs étrangers ; dès lors, il nous a paru nécessaire de résumer tout d'abord l'état actuel de nos connaissances sur cette famille.

Après une étude anatomique de l'appareil végétatif de Erica multiflora L., nous nous sommes attachés à l'étude écologique de ce végétal, et plus particulièrement à la détermination de la courbe annuelle de pression osmotique de son suc cellulaire. Toutefois il nous était impossible de négliger les autres Ericacées régionales si nous voulions saisir par comparaison l'adaptation de ce végétal au climat méditerranéen.

L'ébauche d'une étude chimique de l'appareil foliaire de Erica multiflora : analyse des cendres, recherche des tannins, des alcaloïdes et des glucosides, complète cet ensemble de recherches.

PREMIERE PARTIE

GENERALITES SUR LES ERICACEES

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

Le groupement des individus aujourd'hui rattachés à la famille des Ericacées a subi des modifications considérables depuis TOURNEFORT qui, en 1694, rangeait le genre *Erica* parmi les « fleurs monopétales », (2^o genre de la 4^e section de la classe 20), le rapprochant du genre *Vitex*.

LINNÉ (1735), prenant comme caractère fondamental la présence de fleurs hermaphrodites à étamines libres, égales et au nombre de huit, situait le genre *Erica* dans le 1^{er} ordre (*Monogynia*) de la classe 8 ou *Octandria* de son Système. Pour cet auteur, le genre *Vaccinium* devait être distingué du genre *Erica*.

Les « *Bruyères* », placées par A. L. DE JUSSIEU (1778) dans les Dicotylédones monopétales à corolle périgyne, étaient séparées d'après la structure de leur fruit des Rho-

dodendra ou « *Rosages* ». Quant au genre *Vaccinium*, il trouvait sa place parmi les « *Genera Ericis affine* ».

Cette conception fut d'ailleurs abandonnée par DESVAUX (1817), qui groupa sous le terme « *d'Ericinées* » les Rhodoracées, les Epacridées, et les Ericinées de DE JUSSIEU.

LINK en 1824, reprenait la terminologie de LINNÉ : Octandria, Monogynia ; mais LINK englobait, pour la première fois, dans cette famille le genre *Vaccinium* ; la famille des « *Ericinées* » est alors divisée en cinq genres : *Erica* L. - *Menziesia* Juss. - *Calluna* Salisb. - *Vaccinium* L. - *Oxycoccus* Pers.

En 1839 paraissait le Prodrôme de DE CANDOLLE, et cet auteur s'appuyant sur les travaux de DESVAUX distinguait quatre tribus dans la famille des Ericacées :

Arbutées, Andromédées, Ericées, Rhodorées.

Les Vacciniées étaient à nouveau séparées des Ericacées.

Ce n'est qu'en 1876 que BAILLON donne au terme Ericacées son sens le plus large, puisqu'il divise la famille en six tribus :

Ericées, Andromédées, Arbutées, Rhododendrées, Vacciniées, Pyrolées.

Cette conception ne connut d'ailleurs qu'un succès relatif ; BENTHAM et HOOKER, en effet, dans leur *Genera Plantarum* (1862-1883), ne reconnaissaient que cinq tribus à la famille :

Arbutées, Andromédées, Ericées, Rhodorées et Pyrolées, éloignant une fois de plus les Vacciniées pour en faire une famille distincte.

Il est curieux de noter que BENTHAM et HOOKER, qui eurent une influence si profonde à leur époque, sur la systématique végétale, ne furent pas suivis sur ce point ; dès 1884 en effet VAN TIEGHEM, se rapprochant de la classification de BAILLON, entend à nouveau le terme Ericacées au sens large puisqu'il y inclut les genres *Clethra*, *Vaccinium* et *Monotropa*.

Désormais peu d'auteurs contesteront la place des Vacciniées parmi les Ericacées puisque successivement ENGLER et PRANTL (1897), COURCHET (1897), BONNIER et LECLERC DU SABLON (1901), PELTRISOT (1904), adoptèrent ces conclusions.

Seuls COSTE (1901) et BONNIER dans la Flore de France, font encore des Vacciniées une famille distincte.

Le dernier regroupement des Ericacées est dû à BRAUN-BLANQUET (1926). Cet auteur propose dans la Flore de HEGI une classification, qui d'ailleurs rappelle celle d'ENGLER et PRANTL déjà cités, et à laquelle nous nous sommes finalement arrêtés.

Cette Classification peut être résumée ainsi :

1. *Rhodendroïdées*.

- A) Lédées.
- B) Rhododendrées.
- C) Phyllodocées.

2. *Arbutoïdées*.

- A) Andromédées.
- B) Gaulthériées.
- C) Arbutées.

3. *Vaccinioidées*.

- A) Vacciniées.
- B) Thibaudiées.

4. *Ericoïdées*.

- A) Ericées.
- B) Salaxidées.

La même incertitude se retrouve quant à la place des Ericacées en systématique.

Tandis qu'EICHLER situe l'ordre des « *Bicornes* » à la base même des « *Sympétales* » avant les Primulinées, COURCHET s'appuyant sur le fait que le premier verticille d'étamines est oppositisépale, range cet ordre à la fin des Gamopétales, désignant tous ces individus du terme « *d'Obdiplostémones* » pour rappeler cette particularité.

Les rapports avec les familles voisines, et la place des Ericacées en Systématique, sont restés longtemps incertains

Rapprochée des Campanulacées par DE CANDOLLE, LINK, BENTHAM et HOOKER, la famille des Ericacées est placée entre les Lennoacées et les Epacridacées par DRUDE, ENGLER et PRANTL, etc... Actuellement, ses affinités avec les Empétracées ne sont pas douteuses.

La parenté probable entre ces deux familles avait déjà frappé A. L. DE JUSSIEU qui plaçait le genre *Empetrum* parmi les « *Genera Ericis affine* ». Cette conception ne paraît pas avoir été acceptée, et cependant DE SOLMS-LAUBACH (1870), étudiant comparativement la structure des grains de pollen dans ces deux familles reconnaissait une analogie parfaite.

En 1877, MORI signalait les grandes ressemblances que les Ericacées et les Empétracées présentaient par leur port, leur morphologie florale, la structure de leurs graines et de leurs feuilles, et en 1913, SAMUELSSON, dans une étude fort minutieuse, confirmait ce rapprochement. Son principal argument réside dans la régression de l'endothecium rencontré chez les anthères des espèces appartenant à ces deux familles : cette observation avait déjà été faite par PELTRISOT en 1904. Mais SAMUELSSON signale encore les grandes analogies révélées par l'étude des ovules ténuinucellés et unitegminés de structure très voisine et de développement identique dans les deux familles.

La différence la plus importante qui puisse être relevée, invoque la présence constante d'ovules apotropes dressés chez les Empétracées ; mais BRAUN-BLANQUET n'accorde qu'une valeur restreinte à ce caractère puisque chez les Bicornes les ovules hétérotropes sont fréquents et que leur orientation est variable.

Actuellement, il paraît difficile d'éloigner Empétracées et Ericacées, et la conception de SAMUELSSON qui fait des Empétracées des descendants modifiés des Ericacées, est fort plausible.

La parenté entre Ericacées et Epacridacées au contraire

est d'une évidence telle qu'elle fut rarement mise en doute ; la différence essentielle entre ces deux familles est exprimée par la présence d'un seul verticille d'étamines oppositisépales chez les Epacridacées.

Dès lors on peut adopter pour l'ordre des Ericales la taxonomie suivante :

Cléthracées. - Pyrolacées. - Empétracées. - Ericacées. - Epacridacées. - Diapensiacees.

Cet ordre des Ericales trouve sa place à la base même des Gamopétales.

CHAPITRE II

CARACTERES DES ERICACEES

Les Ericacées constituent un type de famille naturelle par enchainement : il est difficile d'en donner une description précise, peu de caractères étant communs à tous les genres qui la composent.

DESCRIPTION DE LA FAMILLE

Plantes ligneuses, arbustes et arbrisseaux, rarement herbacées, vivaces.

Feuilles simples, alternes, opposées ou verticillées, le plus souvent persistantes. Les stipules manquent.

Fleurs disposées en grappes ou en panicules, rarement solitaires (*Vaccinium Myrtillus* L.). Elles sont hermaphrodites, en général actinomorphes, — tendance à la zygomorphie dans le genre *Rhododendron* — 4-5 mères, exceptionnellement 2-7 mères.

Préfloraison imbriquée ou tordue, rarement valvaire. Calice gamosépale et persistant, tantôt libre, tantôt adhérent avec l'ovaire infère. Parfois un calicule.

Corolle gamopétale rarement dialypétale (Lédées), souvent en forme de cloche, est au contraire étalée dans le genre *Rhodothamnus*.

Androcée généralement obdiplostémoné, formé de 8 à 10 étamines, (15 sur trois verticilles dans le genre *Findleya*), insérées sur un disque hypogyne, rarement à la base de la corolle. Anthères basifixes ou dorsifixes, biloculaires et souvent appendiculées, à déhiscence longitudinale ou, plus fréquemment, s'ouvrant par des pores obliques, latéraux ou terminaux. Les parois de l'anthère ne présentent pas en général d'endothecium ; les grains de pollen sont en tétraèdes, exceptionnellement simples (*Erica stricta* Don.).

Ovaire supère ou infère, pluriloculaire et pluriovulé (1 à 12 loges, le plus souvent 4 à 5). Placentation centrale. Ovules anatropes ou amphitropes, rarement solitaires. Nucelle mince, endosperme fortement développé.

Style simple, terminé par un stigmate capité ou concave.

Fruit sec capsulaire, rarement charnu (baie ou drupe). Graines pendantes, petites, riches en albumen, recouvertes d'un testa lâche ou réticulé, ou bien adhérent et pointillé.

Embryon dicotylédoné, droit et court, placé dans l'axe de l'albumen.

CHAPITRE III

DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE

Le centre de dispersion des Ericacées paraît être la région du Cap, d'où elles auraient émigré vers l'hémisphère boréal à la période tertiaire. De nos jours encore les Ericoïdées occupent dans le Sud-Africain une place considérable, d'ailleurs au détriment des autres sous-familles.

Les Ericacées sont actuellement ubiquistes ; elles couvrent, avec une importance variable, de vastes surfaces depuis les régions polaires jusqu'à l'Equateur ; elles font cependant défaut dans les steppes et les déserts continentaux : Arabie, Asie centrale, et dans les forêts humides du bas-pays de l'Amazone.

Très fréquentes en Europe, elles déterminent sur bien des points le caractère de la végétation. Trois contrées en particulier sont caractérisées par la présence massive d'Ericacées, ce sont :

- a) Les plaines de l'Allemagne du Nord-ouest.
- b) Les tourbières de l'Europe septentrionale.
- c) Les étages « subalpins » des montagnes de l'Europe centrale.

Dans la région soumise au climat méditerranéen, on rencontre un certain nombre d'espèces que l'on peut classer, si l'on tient compte de leur répartition géographique et de leur écologie, en trois groupes distincts :

1^{er} groupe. —

ESPÈCES EU-MÉDITERRANÉENNES

Ces espèces sont cantonnées dans la région méditerranéenne, et ne dépassent pas les limites de cette région.

Erica multiflora L.

Erica verticillata Forsk.

Erica stricta Don.

Pentapera Sicula Klotzsch.

Arbutus Andrachne L.

2^e groupe. —

ESPÈCES SUB-MÉDITERRANÉENNES

Ces espèces sont fréquentes dans la région méditerranéenne, mais elles en dépassent les limites.

Erica arborea L.

Erica scoparia L.

Arbutus Unedo L.

3^e groupe. —

ESPÈCES EUROSIBÉRIENNES

Ces espèces ont leur développement maximum dans la région eurosibérienne et de là pénètrent dans la région méditerranéenne.

Calluna vulgaris Salisb.

Arctostaphylos Uva-Ursi Spreng.

Erica cinerea L.

Signalons que *Erica mediterranea* L. n'est pas une espèce méditerranéenne ; elle est uniquement localisée dans la région atlantique.

On rencontre aux environs de Montpellier les Ericacées suivantes :

Erica multiflora L. - *E. arborea* L. - *E. scoparia* L. - *Arbutus Unedo* L. - *Calluna vulgaris* Salish. - *E. cinerea* L.

Il est à remarquer que les organes végétatifs de nombreuses Ericacées présentent une adaptation nettement accusée à la xérophyllie. Ce caractère ne peut s'expliquer que par une xéromorphie ancienne très fortement fixée, mais souvent sans rapport avec les besoins climatiques actuels de ces espèces.

CHAPITRE IV

ÉCOLOGIE

Nous empruntons au phytogéographe montpelliérain BRAUN-BLANQUET (1926) les notions suivantes sur l'écologie des Ericacées.

Dans les régions froides et tempérées où les précipitations atmosphériques sont supérieures à l'évaporation, les bases solubles de la couche superficielle du sol sont entraînées en profondeur ; les acides organiques ou minéraux d'origines très diverses ne sont plus neutralisés. Il en résulte une modification importante de la constitution du sol : sa réaction devient acide. Les « *Podsol* » des Russes sont la manifestation extrême de cette acidification. Or peu de végétaux présentent autant d'aptitude que les Ericacées à envahir ces terrains maigres et épuisés.

Ces caractères biologiques sont corroborés par la prédilection qu'affectent les Ericacées pour les terrains tourbeux. Affranchies de la concurrence d'espèces plus exigeantes, les Ericacées retrouvent dans les terrains tourbeux les conditions biologiques que réalisaient pour elles les « *Podsol* » ; la réaction acide des hautes tourbières est constante.

Le développement optimum des Ericacées dans l'Europe septentrionale coïncide toujours avec un *Ph* du sol compris entre 3,8 et 6. Les Ericacées se présentent donc très généralement comme des individus acidophiles ; elles ne paraissent calcifuges qu'en raison de l'alcalinité constante des terrains calcaires. De très rares espèces trouvent sur le calcaire des conditions végétatives suffisantes à leur existence : *Erica multiflora* L., type méditerranéen, en est le meilleur exemple.

Cette aptitude étonnante que présente la majorité des Ericacées à vivre sur des terrains pauvres et acides peut s'expliquer, dans une certaine mesure, par la présence de mycorhizes dans les racines de ces végétaux ; la valeur biologique des mycorhizes n'est certes pas encore entièrement élucidée, mais il est permis de les considérer comme des réservoirs d'azote utilisés par la plante parasitée.

CHAPITRE V

PRINCIPAUX PARASITES DES ERICACEES

Chaque espèce d'Ericacées posséderait son champignon particulier, mais toutes les espèces de mycorhizes connues jusqu'à ce jour, appartiennent au genre *Phoma* (Fr.) Desm., famille des Sphaerioidées. On en a séparé le sous-genre *Phyllophoma* Rayn. pour la mycorhize de *Calluna*.

Ce champignon parasite d'ordinaire les racines ; cependant Miss RAYNER (1915) l'a décelé dans tous les tissus des rameaux, des feuilles, des fleurs et de l'ovaire chez *Calluna*.

Il reste encore à préciser si, et à quel degré, cette mycorhize est indispensable au développement de l'hôte.

Miss RAYNER (1926) soutient qu'il est impossible à *Calluna* de se développer sans mycorhize ; or CHRISTOPH (1921) avait obtenu des pieds normaux d'*Erica* et de *Calluna* sans le secours du moindre filament mycélien.

Les Ericacées sont encore parasitées par d'autres végétaux et animaux.

Parmi les champignons parasites, nous trouvons dans les Discomycètes le genre *Sclerotinia*, avec le sous-genre *Stromatinia* Boud.

Le mycelium blanc, consistant, envahit l'ovaire du végétal, donnant naissance au sclérote, qui se développe aux dépens des produits d'assimilation de l'hôte. Le fruit se momifie et tombe entraînant le sclérote ; les asques ne se formeront qu'au printemps.

La plupart des espèces du genre *Sclerotinia* sont monoiques, c'est-à-dire subissent toute leur évolution chez un seul hôte. Mais, pour la *Scl. heteroïca* Wor. et Naw., les sclérotés se développent dans l'ovaire des *Ledum* et les spores se forment sur *Vaccinium uliginosum* L. FISCHER a montré de même que vivait sur les *Rhododendrons*, une espèce de *Sclerotinia*, dont les spores prenaient naissance sur *Vaccinium Myrtillus* L.

Toujours dans les Discomycètes, citons encore le genre *Sphaeropeziza*, composé en majeure partie d'espèces parasites d'Ericacées.

Parmi les Hémibasidiomycètes, il convient de signaler les genres *Thecopsora* (*Th. sparsa* Winter) et surtout *Chrysomyxa* (Urédinées).

Les ecidiospores du genre *Chrysomyxa* se développent en général sur des Conifères, tandis que les urédospores et les teleutospores se rencontrent sur les Ericacées. Parmi les seize espèces de ce genre, treize ne parasitent que des Ericacées ou Pyrolacées, deux des Abiétinées, une l'*Empetrum*.

Citons encore parmi les Basidiomycètes le genre *Exobasidium*, dont l'irritation provoque sur les tiges et les feuilles une prolifération des tissus ; chez les *Rhododendrons* il se forme de véritables galles.

BRAUN-BLANQUET (1926), insiste sur le fait que la plupart des parasites des Ericacées se retrouvent sur les Empétra-cées, tels les genres : *Sclerotinia*, — *Sphaeropeziza*, — *Pseudophacidium*, — *Chrysomyxa*.

Et nous avons ainsi un nouvel argument en faveur du rapprochement naturel entre ces deux familles.

Parmi les insectes vivant aux dépens des Ericacées, on

rencontre principalement des Lépidoptères, et, en particulier, les genres *Anarta* et *Argyroploce*.

C'est ainsi que la petite chenille rouge de l'*Anarta cordigera* Thnb. vit sur les parties les plus jeunes du *Vaccinium uliginosum* L. et de l'*Arctostaphylos Uva-Ursi* Spreng. De même la chenille de l'*Argyroploce sauciana* Hb. se rencontre fréquemment entre deux feuilles accolées du *Vaccinium Vitis-Idaea* L.

CHAPITRE VI

ANATOMIE DES ERICACEES

La structure anatomique des Ericacées a été l'objet de très nombreuses recherches ; peu de familles ont été aussi scrupuleusement étudiées. Indépendamment de nombreux travaux précisant quelques points anatomiques très spéciaux, plusieurs monographies traitent de l'anatomie de cette famille.

GRIS publie, en 1870, un travail sur « *L'anatomie comparée de la moelle dans les Ericinées* ».

Les Rhododendroidées furent étudiées par BREITFELD (1888) ; les Arbutoidées et les Vaccinioidées, par NIEDENZU (1890) ; PETERSEN, en 1908, publiait « *The biological anatomy of the leaves and stems of Ericinae* ». Ces études sont extrêmement soignées ; leur précision est telle que NIEDENZU a pu affirmer qu'il lui serait possible, pour les Arbutoidées et les Vaccinioidées, de déterminer genre, section, et même espèce, en n'utilisant que les caractères anatomiques d'une feuille normale et entière. Cette analyse repose en grande partie sur les caractères de l'épiderme et des formations pileuses.

PELTRISOT (1904) s'est limité à une étude du développe-

ment et de la structure de la graine chez les Ericacées ; les différentes phases de cette évolution sont suivies depuis l'ovule jusqu'à la graine mûre. Le mode de nutrition de l'embryon au cours du développement du sac embryonnaire est analysé avec un soin tout particulier. Les observations de PELTRISOT montrent bien les caractères rudimentaires de cette graine, et il est facile pour le lecteur d'évoquer le rôle que les mycorhizes joueront lors de l'évolution de cet organe.

L'anatomie florale elle-même n'a pas été omise. MATTHEWS, en collaboration avec KNOX (1925), puis avec TAYLOR (1926), a publié une étude anatomique comparée de l'étamine chez les Ericacées. Le type primitif est révélé par les Rhododendroïdées : on peut suivre une disparition progressive de l'assise mécanique (*endothecium*), peu à peu remplacée fonctionnellement par l'épiderme (*exothecium*). Les Vaccinioïdées, par contre, accusent une spécialisation fonctionnelle de l'exothecium et à un degré tel que ces auteurs sont tentés de disjoindre les Vaccinioïdées et d'en faire, suivant l'interprétation de BENTHAM et HOOKER, une famille distincte.

CHAPITRE VII

CHIMIE

Les Ericacées sont rangées par TSCHIRCH dans les drogues à *arbutine*.

En 1852, KAWALIER isolait des feuilles de l'*Arctostaphylos Uva-Ursi* Spreng., un produit cristallisable, qu'il désignait du terme « *d'arbutine* ». Les recherches ultérieures de SCHIFF ont montré que cette substance n'était en réalité qu'un mélange d'un glucoside de l'hydroquinone, auquel l'auteur a conservé le nom d'arbutine, et d'un glucoside de la méthylhydroquinone ou *méthylarbutine*.

De formule $C^{12}H^{16}O^7$, d'après STRECKER, ce corps cristallise en longues aiguilles incolores, soyeuses, de saveur amère, fusibles à 196° ; le pouvoir rotatoire est : $\alpha_D = -65^\circ$ (BOURQUELOT et HERISSEY). Peu soluble dans l'éther, mais facilement soluble dans l'eau bouillante et dans l'alcool à 95° , ce corps se dédouble, sous l'influence des acides dilués ou de l'émulsine, en glucose d. et en hydroquinone, selon la formule :



L'arbutine en solution aqueuse se colore en bleu sous l'action du perchlorure de fer officinal au 1/10^e, et le réac-

tif de JUNGMAHN (1 gr. de phosphomolybdate de soude, 10 cc. d'acide chlorhydrique concentré, et 20 cc. d'eau) lui communique une belle teinte bleu saphir, après addition d'ammoniaque.

Mlle FICHTENHOLZ (1908), après CLAASSEN (1886), fait observer que cette réaction n'est pas spécifique et qu'en particulier on l'obtient facilement avec l'hydroquinone et la toluquinone. C'est cependant, avec la réaction précédente, un excellent procédé de différenciation de l'arbutine et de la méthylarbutine. La méthylarbutine en effet, n'est influencée ni par le perchlorure de fer, ni par le réactif de Jungmann.

La méthylarbutine, $C^{13}H^{18}O^7$, dont la synthèse fut réalisée en 1881, par MICHAEL, cristallise en fines aiguilles soyeuses, dont le point de fusion est voisin de 175° ; son pouvoir rotatoire est : $\alpha_D = -63^{\circ}4$ (BOURQUELOT et HERRISSEY). Traitée par les acides dilués ou l'émulsine, elle se dédouble en glucose d. et en méthylhydroquinone.

On rencontre dans la nature, le mélange en proportions variables de ces deux glucosides, chez de nombreuses Ericacées. ZWINGER et HIMMELMANN l'ont retiré, en 1864, de *Chimaphila umbellata* Nutt. CLAASSEN, en 1870, isolait de *Vaccinium Vitis-Idaea* L., un produit qu'il nommait « vacciniine ». En 1885, il concluait à l'analogie parfaite entre la vacciniine et l'arbutine. Par la suite, on a signalé l'arbutine et la méthylarbutine dans de nombreuses espèces, sans cependant identifier toujours d'une façon parfaite ces deux corps.

Ont été étudiées :

Gaultheria procumbens Salisb., *Epigea repens* L., par OXLEY (1872) ; *Arctostaphylos glauca* Lindl., par FLINT (1873) ; *Chimaphila maculata* Pursh., par BANTLY (1874) ; *Calluna vulgaris* Salisb et *Ledum palustre* L., par MAISCH (1874) ; *Kalmia latifolia* L., par KENNEDY (1875) ; *Rhododendron maximum* L., par KUEHNEL (1885) ; *Kalmia angustifolia* L., par DEIBERT (1886) ; *Vaccinium Myrtillus* L., par BOURQUELOT et Mlle A. FICHTENHOLZ (1913).

Ces deux glucosides ont été retrouvés dans des familles voisines. SMITH, en 1881, les a mis en évidence dans *Pyrola chlorantha* Sw., *P. elliptica* Nutt. et *P. rotundifolia* L. var. *asarifolia* Michaux.

En 1910, l'arbutine vraie, exempte de méthylarbutine, était retirée des feuilles du poirier (poirier sauvage et ses variétés horticoles), par BOURQUELOT et Mlle FICHTENHOLZ, et ces auteurs retrouvaient ce glucoside en 1912, dans *Grevillea robusta* A. Cunn. (Protéacées).

D'après TSCHIRCH, l'arbutine jouerait par son glucose le rôle d'une substance de réserve, au moins chez *Vaccinium Vitis-Idaea* L., et serait utilisée par la plante au printemps, à l'époque du bourgeonnement. Elle serait, à ce moment, dédoublée, grâce à l'*arbutase* de SIGMUND, en hydroquinone et glucose ; l'hydroquinone pouvant de nouveau se transformer en arbutine.

Il existe d'autres glucosides dans la famille des Ericacées, et en particulier, l'*éricoline* $C^{34}H^{56}O^{21}$, substance amorphe, jaunâtre, très amère, fondant à 100°. Traitée à chaud par l'acide sulfurique dilué, elle donne du glucose et une huile incolore, appelée *éricinol*, de formule $C^{10}H^{16}$, isomère du camphre des Laurinées. L'*éricoline* est fréquente dans les genres *Erica*, *Calluna*, *Ledum* et *Rhododendron*.

BOURQUELOT et Mlle FICHTENHOLZ ont isolé, en 1912, de *Kalmia latifolia* L. l'*asébotoside* (asébotine), glucoside que l'on rencontre également dans *Andromeda japonica* Thunb. ; il est accompagné dans *Kalmia latifolia* L. d'un autre glucoside : le *phlorizoside*. L'étude de ces deux corps a été reprise en 1930 par BRIDEL.

Citons encore le *monotropitoside*, glucoside à salicylate de méthyle de *Gaultheria procumbens* L. (BRIDEL, 1928) et l'*unédoside*, retiré des feuilles et des rameaux frais de *Arbutus Unedo* L., en 1930, par BRIDEL et Mlle BOURDOUIL.

En dehors de ces composés glucosidiques, il faut signaler la *rhododendrine*, substance mal définie à laquelle on attribue la formule $C^{16}H^{22}O$.

En 1854, TROMSDORFF isolait des feuilles de *Arctostaphylos Uva-Ursi* Spreng., une substance neutre, incolore, insipide, qu'il désignait du terme d'*ursone*. Ce corps, de formule $C^{30}H^{48}O^3$ d'après GINTI aurait, en réalité à l'état anhydre, la formule $C^{10}H^{16}O$ d'après VAN ITALLIE (1918).

Il cristallise en aiguilles insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther, fusibles à 265° , si l'on admet la formule de GINTI. L'*ursone* a été retrouvée par TURNER dans un *Epacris* australien, et VAN ITALLIE l'a décelée dans les feuilles de *Empetrum nigrum* L.

Certaines Ericacées contiennent une substance toxique, l'*andromedotoxine*, retirée par PLUGGE, en 1883, de l'*Andromeda japonica* Thunb., *A. polifolia* L., *A. Catesbaei* Walt., *A. calyculata* L. Depuis, elle a été indiquée dans *Rhododendron ponticum* L., *Rh. chrysanthum* L., *Rh. maximum* L., *Azalea indica* L., *Kalmia latifolia* L. L'*andromédotoxine* est peu soluble dans l'eau et l'éther, mais soluble dans l'alcool à 95° ; elle cristallise en aiguilles fusibles vers 228° - 229° , sa formule serait d'après DE ZAAVER (1888) $C^{62}H^{51}O^{20}$.

En dehors de substances très spéciales comme l'acide rhodotannique, de nombreuses Ericacées renferment encore de l'acide benzoïque et une assez forte proportion de tanin.

CHAPITRE VIII

PHARMACOLOGIE ET USAGES

Les Ericacées douées de propriétés thérapeutiques sont nombreuses. Cependant, seule la « *Busserolle* », *Arctostaphylos Uva-Ursi* Spreng. est d'un usage courant dans nos officines.

Petit arbuste toujours vert, d'un mètre de haut environ, rencontré à l'état spontané dans toute l'Europe septentrionale, puis dans les régions montagneuses de l'Europe centrale et de l'Amérique du Nord, l'Uva-Ursi porte des feuilles ovales, coriaces, largement lancéolées, qui fournissent la drogue officinale. Les fruits, rougeâtres, disposés en grappe, seraient recherchés des animaux sauvages, d'où le nom de « *raisin d'ours* », donné à cette plante.

Les Anciens : GALIEN, DIOSCORIDE, PLINE, ne reconnaissaient à l'Uva-Ursi, alors désignée sous le terme de « *radix idea* », que des vertus astringentes et vulnérinaires. Il appartenait aux médecins de Montpellier du ^{xvii}e siècle, et, en particulier à BARBEYRAC, de mettre en lumière les propriétés diurétiques de cette drogue. Ces propriétés peuvent être attribuées à l'arbutine, diurétique certain, s'éliminant

très rapidement, et d'une toxicité nulle ou négligeable : PLANCHON et BRETIN (1928) signalent que JABLONOWSKI en a administré 20 gr. en deux jours sans accident.

Mais la Busserolle se comporte encore comme un antiseptique des voies urinaires, grâce à l'hydroquinone, que l'on retrouve facilement dans les urines, et qui prend naissance par le dédoublement de l'arbutine dans l'organisme. Antiseptique, diurétique et astringent, telles sont les trois propriétés principales qui expliquent l'emploi de l'Uva-Ursi dans les maladies des voies génito-urinaires, cystites et catarrhe de la vessie, et dans les cas de diarrhées rebelles. Cette drogue serait encore utilisée avec succès dans la blennorragie, principalement à la deuxième période.

En raison de la forte teneur en tanin de la Busserolle, il ne faut jamais l'associer à des sels ferreux ou ferriques, ni même à des alcaloïdes.

Les feuilles, rarement falsifiées, vu leur prix de revient peu élevé, se prescrivent sous la forme de décoctions ou d'infusions, à raison de 5 à 10 gr. pour 100 cc. d'eau.

Gaulthiera procumbens L., petit arbrisseau à rhizome traçant de 20 à 40 centimètres de haut, est rencontré fréquemment à l'état spontané dans l'Amérique du Nord et plus particulièrement au Canada, en Virginie, au Labrador. Ses feuilles, courtement pétiolées, elliptiques, coriaces, à bords denticulés, sont d'un emploi constant aux Etats-Unis, et même en Angleterre, comme succédané du thé de Chine, sous le nom de « *thé rouge* », « *thé du Canada* » ou « *thé du Labrador* ».

Diurétique et astringent plus faible que l'Uva-Ursi, *Gaultheria procumbens* L. est par contre un antiseptique remarquable, utilisé avec succès dans le rhumatisme articulaire. Les feuilles contiennent, en effet, une essence, désignée dans le commerce sous le nom d'essence de Wintergreen, et constituée presque exclusivement (96 à 98 %) de salicylate de méthyle. On l'emploie encore aux Etats-Unis comme emménagogue et abortif. En France, son usa-

ge est plus restreint, et l'essence de Wintergreen est remplacée par le salicylate de méthyle, son succédané synthétique.

Les feuilles se prescrivent sous la forme de décoctions, à la dose de 50 gr. par litre d'eau, comme astringent intestinal et comme diurétique. L'essence est employée en pommades, en liniments et surtout en parfumerie.

Une autre Ericacée, *Ledum palustre* L., originaire de l'Europe septentrionale, est encore employée avec succès comme diurétique ; ce végétal agirait également comme emménagogue, expectorant ; ce serait même un excellent sédatif de la coqueluche. Les feuilles contiennent une essence, du tanin, de l'éricoline, et un camphre spécial ; elles sont vendues à Berlin, une fois pulvérisées, comme poudre insecticide.

Les propriétés de *Ledum latifolium* L. sont à rapprocher de celles de *Ledum palustre* L.

Les fruits desséchés de *Vaccinium Myrtillus* L., arbuste fréquent dans les sous-bois de l'Europe centrale et septentrionale, sont utilisés, en raison de leur forte teneur en tanin, comme astringent intestinal ; ils donneraient également de bons résultats dans la diphtérie et les feuilles sont préconisées contre le diabète.

Mais *Vaccinium Myrtillus* L. connaît encore d'autres usages. Les fleurs, très visitées des abeilles, fournissent un miel abondant, et les baies de Myrtille, que l'on récolte avec un rateau spécial à dents rapprochées dans les Vosges et le Morvan, sont la source d'excellentes confitures. Les Gallo-Romains préparaient avec ces fruits une teinture imitant la pourpre. Les fruits auraient été utilisés pour colorer le vin. HARIOT (1893), signale dans les Vosges une eau-de-vie de baie de Myrtille, au goût agréable, dont le mode de préparation rappelle celui du Kirsch ou du Quetsch.

De nombreuses Ericacées sont encore d'un usage courant en médecine populaire, comme diurétiques et contre les douleurs rhumatismales. Signalons *Epigea repens* L., *Loiseleuria procumbens* L., *Oxycoccus vulgaris* Pursh.,

Vaccinium uliginosum L., *Vaccinium Vitis-Idaea* L., *Erica carnea* L., *Erica cinerea* L., *Calluna vulgaris* Salisb....

Les sommités fleuries de *Calluna vulgaris* Salisb., autrefois officinales, sous le nom de « *Herba Ericae cum floribus* », présentent, en effet, des propriétés diurétiques indiscutables, dues, en toute certitude, à la présence d'arbutine. On les emploie en infusion à la dose de 15 gr. par litre ; à doses plus élevées, elles seraient faiblement narcotiques, et la substitution parfois réalisée de *Calluna vulgaris* au Houblon, lors de la fabrication de la bière, ne va peut-être pas sans inconvénient.

Les Ericacées qui contiennent de l'andromédotoxine sont toxiques, et on a signalé de nombreux cas d'empoisonnements de troupeaux de moutons ayant consommé une de ces espèces. L'andromédotoxine est, en effet, une substance extrêmement toxique : la dose mortelle pour un chien est de trois dixièmes de milligramme par kilogramme.

Le miel produit par les abeilles qui butinent les fleurs de ces plantes est un toxique, et l'on attribue à *Rhododendron ponticum* L., fréquent en Asie Mineure, l'origine du miel par lequel furent empoisonnés les soldats de Xenophon, lors de la retraite des Dix Milles.

Il serait vain de prétendre à une nomenclature complète des innombrables usages des Ericacées. Signalons toutefois l'emploi de *Calluna vulgaris*, comme fourrage et comme litière pour les animaux. Ce végétal, ainsi que *Erica scoparia* L. sert encore à fabriquer des balais et les fameuses pipes en racines de bruyères tirent leur origine des renflements nouveaux des racines de *Erica mediterranea* L.

DEUXIEME PARTIE

MORPHOLOGIE ET ANATOMIE DE L'APPAREIL VEGETATIF DE ERICA MULTIFLORA L.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE DE ERICA MULTIFLORA L.

HISTORIQUE

Erica multiflora L a pour synonymes *Gypsocallis multiflora* Don. et *Erica umbellifera* Lois.

Par contre, on doit le distinguer de *Erica multiflora* Bivona, homologué depuis, avec *Erica peduncularis* Salisb. De même, *Erica multiflora* décrit par DECAISNE, en 1835, n'était, en réalité, que *Erica verticillata* Forsk, et *Erica multiflora* Hudson, a été confondu avec *Erica vagans* L.

CARACTERES

DE CANDOLLE (*Prodromus*, t. 7, p. 667), attribue à *Erica multiflora* L. les caractères suivants :

« *Erica multiflora* Linn. (sp. 503), glabra, foliis 4-5 nis



Pl. 1. — *Erica multiflora* L. ou « Bruyère à fleurs nombreuses »

patentibus linearibus obtusis rigidis, sepalis parvis lanceolatis obtusis, corollis ovatis, antheris oblongis bifidis, ovario glabro. »

Aucun auteur, à notre connaissance, n'ayant donné une description complète de ce végétal, nous proposons les données suivantes, en renvoyant à la planche 1 et à la fig. 2.

Erica multiflora L. ou « Bruyère à fleurs nombreuses », est un sous-arbrisseau de 20 à 80 centimètres, rameux, à feuilles éricoides typiques et à fleurs roses ou blanches,

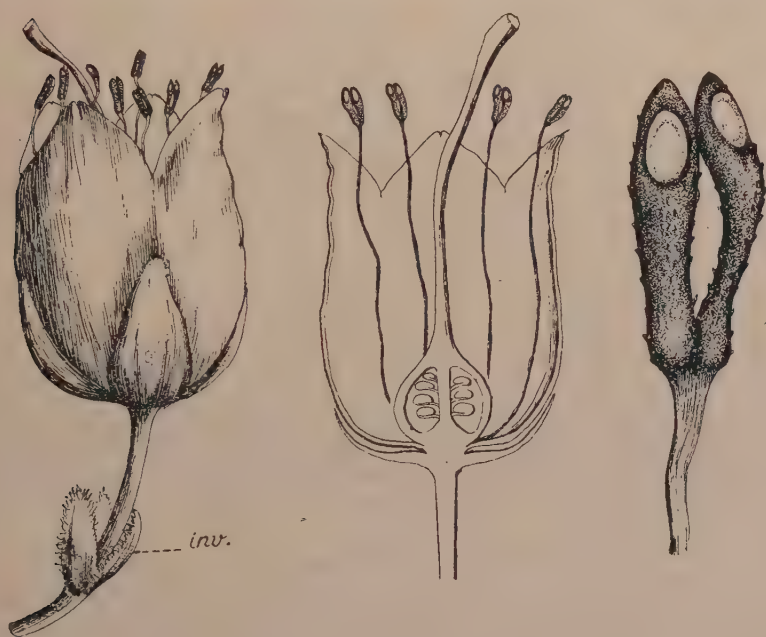


FIG. 2. — *Erica multiflora* L.
Fleur entière et coupe longitudinale. Etamine

qui s'épanouissent du mois d'octobre (exceptionnellement août), jusqu'au mois de décembre.

Les racines sont tourmentées et noirâtres. Les tiges brun-clair mouchetées de gris, sont glabres, légèrement tortueuses mais dressées ; l'écorce des rameaux anciens se détache par plaques.

Les feuilles verticillées par 4-6 sont étroites, la largeur ne dépasse pas en général 2 millimètres ; elles sont longues de 8 à 10 millimètres, glabres, luisantes, assez épaisses et obtuses au sommet ; la face inférieure présente un sillon blanchâtre.

Au sommet des rameaux, les fleurs sont réunies en grappes compactes. Les pédoncules des fleurs, filiformes, une à quatre fois aussi longs que la corolle portent au tiers inférieur, un involucre composé de trois folioles frangées de poils (Fig. 2, *inv.*).

Le calice atteint presque la moitié de la longueur de la corolle, il est profondément divisé en quatre sépales légèrement obtus au sommet et présentant la même pigmentation que les pétales.

La corolle en forme de cloche allongée, mesure environ 5 millimètres et demi de hauteur ; elle est formée de quatre pétales soudés sur presque toute leur longueur.

L'androcée comprend huit étamines qui dépassent nettement la corolle ; les anthères finement pubescentes, à déhiscence poricide, sont dépourvues d'appendices et portées sur de longs filets grêles ; les deux sacs polliniques ne sont soudés qu'à la base.

Le gynécée est formé par quatre carpelles avec dans chaque carpelle trois à quatre ovules anatropes à placentation centrale. Le style dépasse longuement les étamines.

Le fruit est une capsule glabre.

CHAPITRE II

LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

Erica multiflora L. est une espèce eu-méditerranéenne, que l'on rencontre dans le sud de la France, en Italie, en Grèce, dans l'Afrique du Nord, en Espagne, sur les sols rocaillieux et fortement calcaires. Ce fait est intéressant à souligner, car *Erica multiflora* L. est une des rares Ericacées véritablement calcicoles. On le trouve d'ordinaire sur des marnes bigarrées, associé au *Rosmarinus officinalis* L. et au *Lithospermum fruticosum* L. Sur ces marnes, on rencontre parfois une quantité assez importante de terre fine (20 à 40 centimètres), très perméable et très riche en calcaire, mais le plus souvent on se trouve en présence d'un revêtement pierreuse, la terre arable ayant été enlevée à la surface par le ruissellement.

Dans l'Hérault, LORET et BARRANDON (éd. 1887) considèrent *Erica multiflora* L. comme assez rare. Cette espèce a du se développer considérablement depuis cette époque, car elle est actuellement très commune sur toutes les collines arides des environs de Montpellier, en particulier entre Saint Paul-Valmalle et Gignac, à Murviel, à Saint Guilhem-le-Désert, à Bel-Air, Montarnaud, etc.,

CHAPITRE III

ANATOMIE DE L'APPAREIL VEGETATIF

RACINE

Les examens microscopiques ont porté sur des coupes faites à main levée, ou au microtome, pour les racines

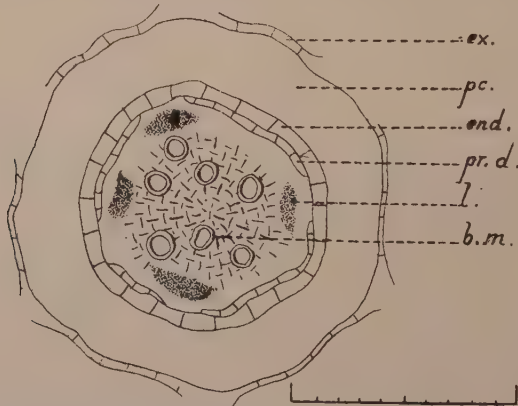


FIG. 3. — Coupe transversale de la racine jeune (schéma)
ex. épiderme exfolié ; p. c. parenchyme cortical ; end. endoderme ;
pr. d. péricycle discontinu ; l. liber ; b. m. bois et moelle.
Echelle grossis. : 10/100 m.m.

ayant un certain âge, et sur des coupes en série, après inclusion à la paraffine et fixation au Bouin-Hollande, pour les racines très jeunes.

Dans la jeune racine ayant un diamètre de $120\ \mu$ (Fig. 3) la structure anatomique est déjà très spéciale.

On rencontre à l'extérieur, les débris d'une assise issue du parenchyme cortical et en partie exfoliée ; elle est formée de cellules à cavité réduite et souvent étranglée, à parois restées cellulósiques mais fortement épaissies (ex.). Au dessous, s'étalent deux ou trois assises de grandes cellules à parois toujours très épaisses et dont la vitalité semble réduite ; le contenu est coloré naturellement, sur une coupe de faible épaisseur, en jaune paille (p. c.).

Le tissu cortical, qui occupe environ le tiers du rayon, se termine par un endoderme (end.) ; les cellules endodermiques ont un diamètre réduit, cependant trois ou quatre fois supérieur à celui des cellules péricycliques ; le contenu, teinté en brun-rougeâtre, tranche nettement dans la préparation.

Le cylindre central commence par un péricycle (pr. d.) discontinu, dont les cellules présentent un contenu brunâtre.

Le péricycle recouvre quatre à cinq faisceaux libériens (l.), chacun formé de cinq ou six tubes, dont le diamètre est d'ailleurs extrêmement réduit. Puis, on note quelques vaisseaux de bois (b. m.), disposés sans ordre apparent dans un tissu médullaire ayant déjà subi une forte lignification ; quelques-unes de ces cellules cependant sont encore vivantes, ainsi qu'en témoigne leur contenu brunâtre, analogue à celui du péricycle.

Plus tard, dans des racines ayant environ $220\ \mu$ de diamètre (Fig. 4), la région la plus externe de l'écorce (p. x.) est formée de cellules à parois très épaisses, dont les faces antéro-postérieures se sont considérablement allongées ; seule la lamelle moyenne est incrustée de subérine, les autres couches de la membrane restent nettement cellulósiques. La cavité de ces cellules se réduit de plus en plus vers les régions les plus externes.

L'endoderme est toujours facilement reconnaissable par les dimensions de ses cellules, et par la présence de grains

d'amidon assez volumineux, généralement simples ; mais il s'est cloisonné, tantôt tangentiellement, tantôt obliquement, et donne naissance à un tissu jeune, qui chasse devant lui vers l'extérieur, le tissu cortical : ce jeune tissu endodermique (end. s.) se subérise très rapidement.

Le péricycle est difficile à suivre, on ne le retrouve que par endroits.

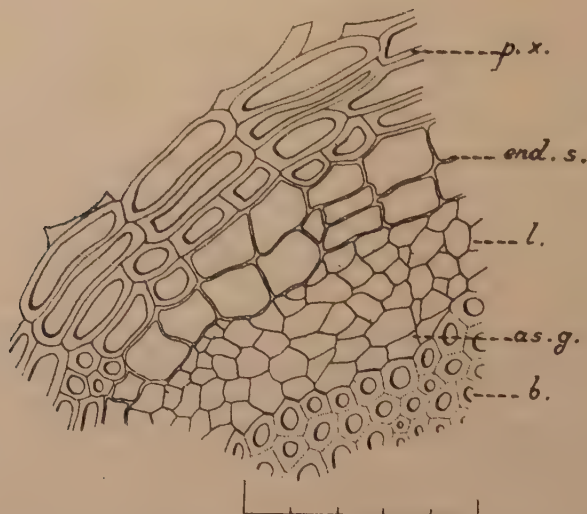


FIG. 4. — Coupe transversale dans une racine jeune (d. = 220 μ)
p. x. parenchyme exfolié ; end. s. endoderme subérisé ; l. liber ;
as. g. assise génératrice ; b. bois.

Echelle grossis. : 5/100 m.m.

L'appareil vasculaire proprement dit, comprend un anneau continu de liber (l.), formé de trois ou quatre assises de tubes, dont le diamètre est toujours relativement restreint. Au-dessous de l'assise génératrice (as. g.), la région centrale est occupée par un ensemble scléreux composé de quelques vaisseaux de bois noyés dans des sclérites à parois très épaisses. Il n'y a plus de cellule vivante.

A un stade encore plus avancé (Fig. 5), la racine a suivi son évolution normale.

Le tissu cortical est nettement exfolié (p. x.) ; à peine aperçoit-on, par places, quelques cellules à cavité étirée,

à parois épaissies et subérisées. Mais la subérisation est limitée ici encore au niveau de la lamelle moyenne.

Le réseau subéreux d'origine endodermique (end. s.), est désormais nettement développé, formé de quatre ou cinq assises de cellules à parois peu épaissies, sauf aux angles, où l'on voit des méats prendre une teinte rougeâtre par la fuschine. La subérisation est principalement visible au niveau de la lamelle moyenne. Si l'on examine une racine encore plus âgée, on assiste à un épaississement et à une subérification graduels des parois latérales et antéro-

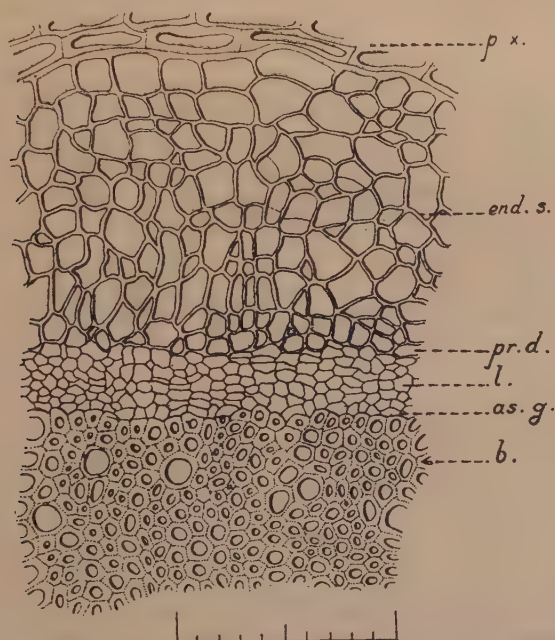


FIG. 5. — Coupe transversale dans une racine âgée
p. x. parenchyme exfolié ; *end. s.* endoderme subérisé ;
pr. d. péricycle discontinu ; *l.* liber ; *as. g.* assise génératrice ; *b.* bois.
 Echelle grossis. : 10/100 m.m.

postérieures des cellules de cette zone, tandis que la lamelle moyenne se lignifie.

Le péricycle est le plus souvent méconnaissable ; mais, lorsqu'il est apparent, on le voit se cloisonner tangentielle-ment, et contribuer à la formation du réseau subéreux.

La zone libérienne (l.) est formée de quelques assises (4 à 6) de tubes libériens, séparées par un cambium de la masse ligneuse centrale, dont les vaisseaux de bois (b.), peu nombreux, sont tous sensiblement du même diamètre. Parfois, quelques tubes libériens sont lignifiés aux angles.

Plus tard, tout le tissu cortical étant exfolié sous la poussée du tissu subéro-endodermique, les cellules subéreuses assurent la protection de la racine ; elles se détacheront à leur tour par lambeaux. A ce moment, les parois des cellules les plus externes du liber se seront épaissies.

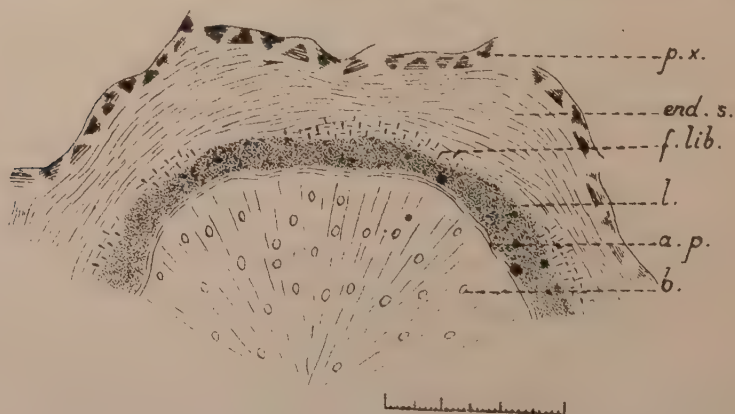


FIG. 6. — Coupe transversale dans une racine très âgée (schéma)
 p. x. parenchyme exfolié ; end. s. endoderme subérisé
 f. lib. fibres libériennes ; l. liber ; b. bois.
 Echelle grossis. : 30/100 m.m.

sies, incrustées de lignine (f. lib.) et contribueront à assurer la protection de l'appareil vasculaire.

Ainsi, dans la racine adulte, tout le tissu cortical, y compris le tissu endodermique de formation secondaire, a disparu. Le cylindre central est à nu et sa protection n'est assurée que par des tubes et du parenchyme libériens, non fonctionnels, jouant le rôle de tissu protecteur, après lignification de leurs parois.

Cette exfoliation de la racine, dénudant ainsi le cylindre central, sera retrouvée dans la tige de *Erica multiflora*.

TIGE

Une section transversale pratiquée dans une tige jeune de *Erica multiflora* prend, par suite de la formation simultanée de trois bractées, une apparence triangulaire (Fig. 7).

A ce stade, la structure de la tige est caractérisée par l'ampleur de la moelle au détriment du tissu vasculaire et du tissu cortical.

L'épiderme (ep.), recouvert de nombreux poils tecteurs, est formé de cellules petites à parois fortement convexes. On rencontre au-dessous, en allant de la périphérie vers le centre, cinq ou six assises de cellules (p. c.) à parois cellulosesiques légèrement épaissies, pentagonales ou hexagonales, et présentant un méat à chaque angle ; leur diamètre est trois ou quatre fois supérieur à celui des cellules

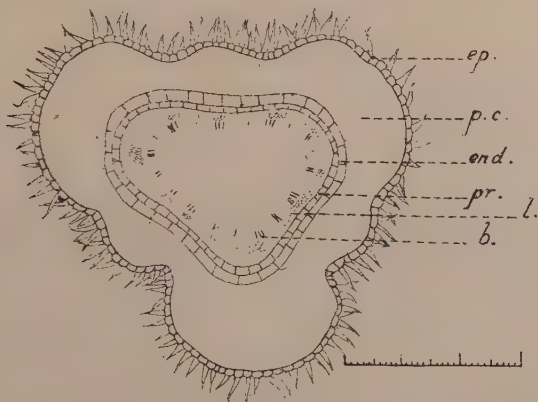


FIG. 7. — Coupe transversale dans une tige jeune (schéma)
ep. épiderme ; p. c. parenchyme cortical ; end. endoderme ;
pr. péricycle ; l. liber ; b. bois.

Echelle grossis. : 30/100 m.m.

épidermiques. Parmi ces méats, certains sont remplis d'une substance qui se colore en rouge par la fuschine, en vert par le vert d'iode, mais ne donne aucune réaction avec le Sudan III, aucune réaction avec la phloroglucine chlorhydrique. Elle échappe ainsi aux caractéristiques de la lignine et de la subérine, et pourrait être d'origine tannique ou résineuse.

Certaines cellules endodermiques (end.) présentent déjà une légère subérisation de leurs parois ; ce détail anatomique est appelé à prendre une telle importance ultérieurement, qu'il est bon de le souligner dès maintenant.

La stèle débute par une assise péricyclique (pr.), dont les cellules ont un diamètre légèrement supérieur à celui des tubes libériens, mais quatre ou cinq fois plus faible que celui des cellules endodermiques. Quant à l'appareil vasculaire, il est formé d'une couronne de cellules de dimensions très restreintes, à parois cellulósiques ; certaines de ces cellules fonctionnent déjà comme tubes libériens (l.), les autres, encore à l'état embryonnaire, sont aptes à se cloisonner tangentiellement. Au sein de ce tissu, on rencontre, épars, quelques vaisseaux de bois primaires (b).

La partie centrale de la tige est remplie par un tissu médullaire très largement développé et sclérifié. Ces cellules ont des parois épaisses et canaliculées ; leur diamètre est cependant relativement grand ; elles sont, par contre, peu développées dans le sens de la hauteur : on aperçoit, en effet, très fréquemment, les membranes transversales criblées de ponctuations. Au printemps, en mars, tout ce tissu contient de nombreux grains d'amidon, assez volumineux et simples. Ce fait a déjà été signalé par GRIS (1870).

On ne rencontre pas de cellules cristalligènes.

En examinant une série de coupes transversales, pratiquées à travers des organes d'âges différents, on assiste à une subérisation progressive de l'assise endodermique, cette subérisation commençant par les angles. Lorsqu'elle est achevée, en certains points, l'assise péricyclique se cloisonne tangentiellement ; la partie supérieure se subérise, et repousse l'endoderme vers l'extérieur, tandis que la partie inférieure reste cellulósique. Ailleurs, ce sont les cellules endodermiques, restées encore vivantes, qui se cloisonnent ; et, ce phénomène se reproduisant un certain nombre de fois, il se forme, par ce double mécanisme, un anneau de tissu subérisé autour du cylindre central (Fig.8).

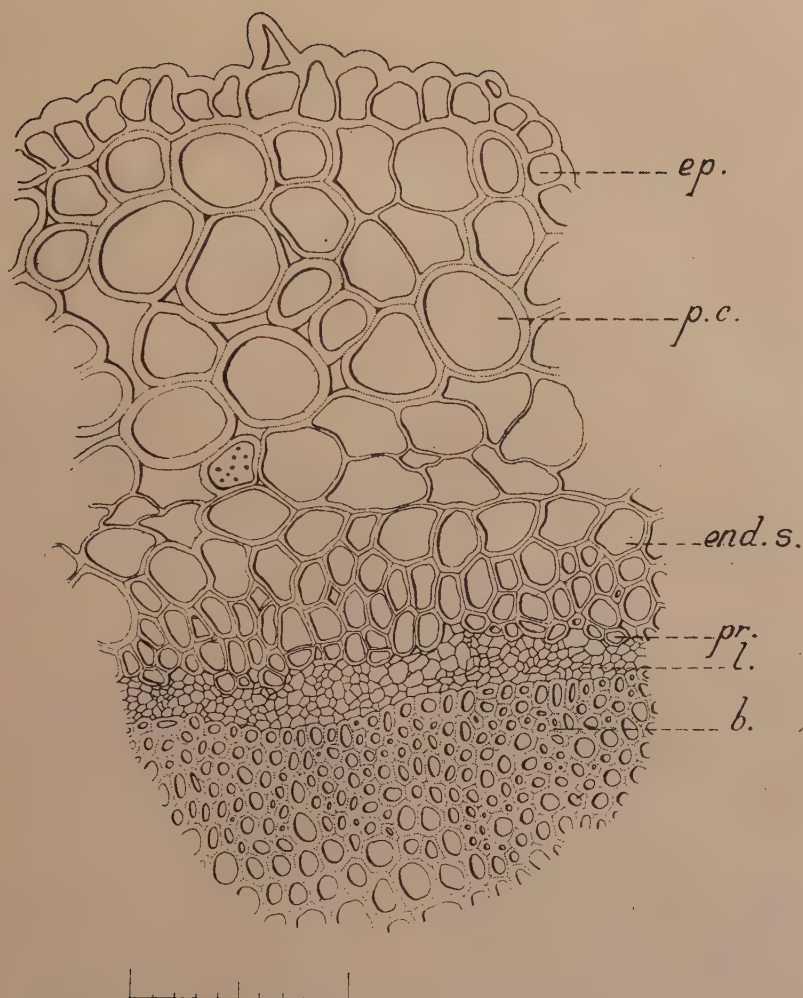


FIG. 8. — Coupe transversale dans la tige
ep. épiderme ; *p. c.* parenchyme cortical ; *end. s.* endoderme subéreux ;
pr. péricycle ; *l.* liber ; *b.* bois.

Echelle grossis. : 10/100 m.m.

Mais le tissu cortical (p. c.) ainsi isolé de la stèle, subérise parfois, ou sclérifie le plus souvent, certaines de ses cellules ; les méats s'agrandissent, donnant de véritables lacunes ; l'écorce se désagrège et finalement disparaît. Le tissu subéreux endodermique se trouve ainsi directement en contact avec l'atmosphère, et s'exfolie à son tour, mais non sans avoir, au préalable, subi d'importantes modifications. Tandis que les deux assises fonctionnelles génératrices (endoderme et péricycle) subsistent avec tous leurs caractères, le tissu subéreux, résultat de leur fonctionnement unilatéral, lignifie ses parois. Cette lignification paraît commencer dans les couches primaire et secondaire, la cavité de la cellule étant tapissée d'une lame cellulosique, — couche tertiaire, — à contours tourmentés. Puis, çà et là, par suite du développement de la couche tertiaire, qui, peu à peu, est envahie par la lignine, la cavité cellulaire disparaît, et l'on aboutit à un assemblage qui, par sa morphologie, permet d'évoquer le kératenchyme, mais qui serait ici fortement différencié par une lignification intense. On se trouve en présence d'un véritable tissu corné, parfois grossièrement stratifié.

Simultanément, l'appareil vasculaire s'est développé, selon le rythme normal chez les Dicotylédones, et l'on aboutit, en définitive, tout comme dans la racine, à une couronne de tissu scléreux, contenant quelques vaisseaux de bois. Seule, la région centrale est différente : elle est occupée par une moelle bien développée. Il est intéressant de signaler là encore, l'égalité de taille à peu près constante entre les différents vaisseaux de bois.

Quant au liber, il est remarquable de noter, dès les stades les plus jeunes, et malgré l'exiguité des tubes libériens, la présence constante et très nette de méats punctiformes. Certains de ces méats sont comblés, principalement dans la région externe, et leur contenu donne toutes les réactions de la lignine, en particulier la réaction de MAULE et celle à la phloroglucine chlorhydrique. Cette imbibition de la membrane au niveau de la lamelle moyenne, peut

rester localisée à l'extérieur des cavités cellulaires, et c'est le cas le plus fréquent, mais parfois on assiste à un envahissement progressif des tubes libériens ; la cavité devient imperceptible, et parfois il se forme même une fibre libérienne. Le plus souvent, cette évolution se répète sur plusieurs tubes libériens, et c'est un îlot de fibres libériennes qui apparaît.

On aboutit ainsi à une tige dont la protection du cylindre central n'est assurée que par une ou deux assises de cellules subéreuses ; mais, à ce stade, plusieurs anneaux de fibres libériennes alternent avec des tubes fonctionnels, et nous retrouvons ainsi, dans la tige de *Erica multiflora*, les mêmes phénomènes que ceux observés dans la racine. L'exfoliation du tissu cortical n'est d'ailleurs pas un fait isolé dans la famille des Ericacées, c'est ainsi que l'écorce des rameaux d'*Arbutus Andrachne* L., pour ne citer que cet exemple, se détache par grandes plaques, à tel point que cette espèce a été décrite par TÉOPHRASTE comme un « arbre sans écorce ».

FEUILLE

L'évolution de cet organe fut suivie sur des coupes en série, pratiquées, après inclusion à la paraffine et fixation au Bouin-Hollande, les feuilles étaient prélevées sur des extrémités végétatives de jeunes rameaux d'*Erica multiflora*.

Grâce à cette méthode, nous avons pu vérifier, et dans une certaine mesure préciser les données de MORI (1877 et 1883), sur la formation du sillon dans les feuilles du type « *éricoïde* ».

Au stade le plus jeune (Fig. 9 a), la section de la feuille est quadrangulaire ; elle est entourée par une assise de grandes cellules épidermiques, tandis que la région interne est formée d'un tissu embryonnaire. On ne trouve pas encore trace de sillon, ni d'appareil vasculaire.

Au stade suivant, la feuille conserve toujours sa forme quadrangulaire, mais l'épiderme de la face ventrale

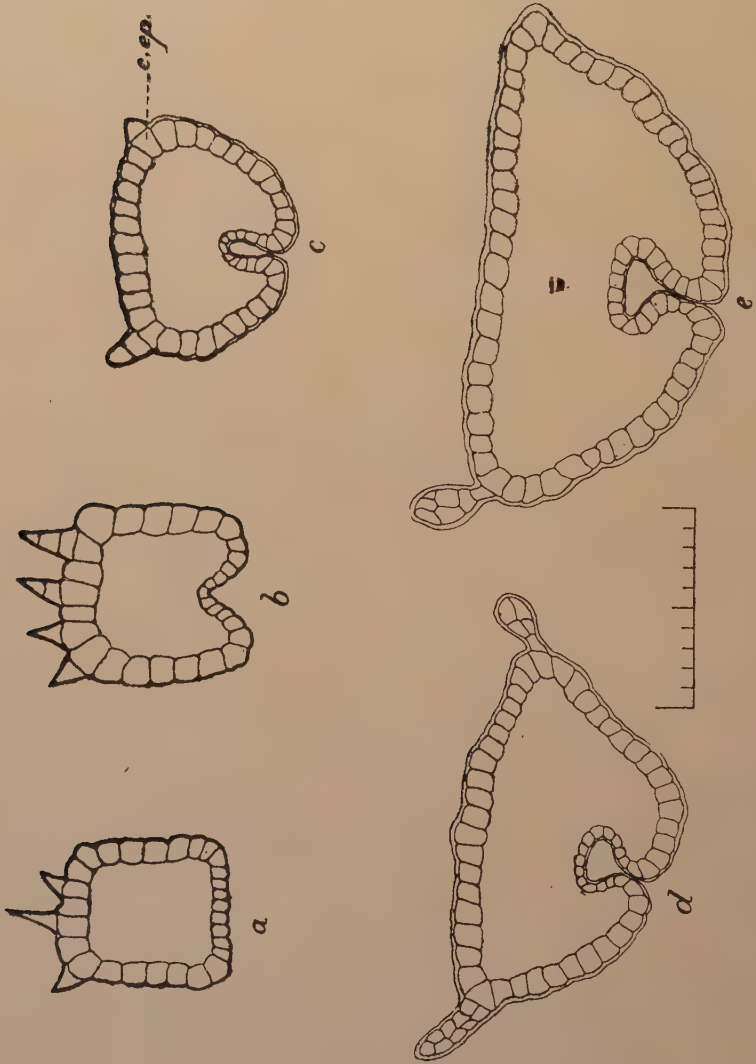


FIG. 9. — Evolution de la feuille : c. ep. cellule épidermique
Echelle, grossis. : 10/100 m.m.

présente un léger repli, tandis que la face dorsale est garnie de deux ou trois poils coniques uni ou pluri-cellulaires ; les cellules de ces poils sont d'ailleurs vivantes : elles montrent, en effet, un protoplasme et un noyau très nets. L'appareil vasculaire n'est toujours pas différencié.

Peu après, les cellules bordant le repli se cloisonnent suivant leur grand axe, et ces cloisonnements accroissent la profondeur du repli ; de simple fente, il dessine bientôt la cavité si caractéristique de la feuille dite « éricoïde », que GIBELI désignait chez *Empetrum nigrum* L., du terme de « chambre à air ». Dès ce moment, on peut noter, par rapport au reste de l'épiderme, une différence de taille, due aux multiples cloisonnements des cellules épidermiques bordant le sillon.

Simultanément (c) deux cellules épidermiques (c. ép.), situées aux deux angles supérieurs de la feuille, se cloisonnent tangentiellement, la cellule supérieure s'allongeant en une énorme papille. On note encore un nouveau cloisonnement tangentiel de la cellule capillaire (d), quelques fois, mais rarement, un ou deux autres cloisonnements ont lieu, toujours dans le même sens. Le plus souvent, le nouveau plan de cloisonnement est perpendiculaire au premier, et il intéresse à la fois les deux cellules néo-formées ; il est suivi immédiatement d'un second cloisonnement perpendiculaire aux deux autres plans. Il se forme ainsi un poil, constitué par huit cellules, chacune présentant, là encore, un protoplasme et un noyau bien différenciés. Ces poils n'ont d'ailleurs qu'une existence éphémère ; leur disparition concorde, à peu de chose près, avec l'apparition du système vasculaire, représenté par un ou deux vaisseaux de bois et quelques tubes libériens (e)

Durant cette évolution, l'aspect de la section transversale a changé : de quadrangulaire, elle est devenue triangulaire.

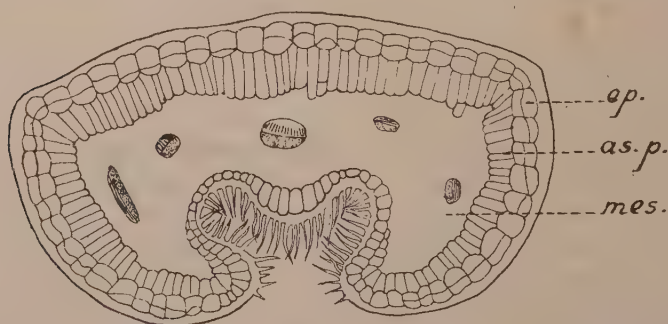
L'évolution se continuant, on voit apparaître aux dépens des cellules épidermiques tapissant le sillon, de nombreux poils, dont la cavité montre, au début, quelques débris de

protoplasme; mais bientôt cette cavité est réduite à un mince canalicule, ces poils ne devant jouer qu'un rôle protecteur vis-à-vis des stomates, qui sont d'ailleurs peu nombreux.

La feuille grandit ; cet accroissement est assuré principalement par division des cellules épidermiques situées aux deux angles supérieurs. Les cellules de la région interne se cloisonnent plus lentement. Il se forme ainsi un parenchyme lacuneux, au sein duquel se sont différenciées la nervure médiane et quelques nervures latérales.

La structure de la feuille adulte, comme le montre le schéma (Fig. 10), est très simple.

A l'extérieur, un épiderme de structure très spéciale (ép.), fortement cutinisé et présentant du mucilage dans la partie inférieure de ses cellules, recouvre une ou deux assises



FIGU 10. — Coupé transversale de la feuille (schéma)
ép. épiderme ; as. p. assise palissadique ; més. mésophylle

Echelle, grossis. : 50/100 m.m.

palissadiques, à contenu brunâtre (as. p.). Dans le mésophylle (més.) lacuneux court la nervure médiane, entourée de quelques cellules péricycliques lignifiées. Deux ou trois nervures latérales s'en détachent.

Le sillon est revêtu par une assise de cellules épidermiques de dimensions très restreintes et accompagnées de

nombreux poils assez longs formant un système protecteur des stomates. Mais, à ce stade, le développement du cordon vasculaire principal, a entraîné un refoulement de l'épiderme tapissant, à ce niveau, le sillon foliaire. Sous la poussée, l'épiderme réagit et s'allonge parallèlement à la pression exercée par le tissu vasculaire et perpendiculairement aux deux lignes de tractions latérales. Le sillon foliaire tend à se diviser en deux gouttières latérales.

Dès les stades les plus jeunes, certaines cellules, en particulier les cellules épidermiques, sous-épidermiques, et quelques cellules du mésophylle, modifient leur contenu, qui présente alors des réactions micro-chimiques spéciales.

C'est ainsi que toutes ces cellules se colorent en bleu-noirâtre par l'action d'une solution de perchlorure de fer ; elles contiennent donc des tanins et plus spécialement de l'acide protocatéchique, car l'acétate de cuivre à 1% provoque l'apparition d'une teinte rouge caractéristique.

L'acide gallique a été décelé dans les cellules qui bordent le sillon ; ces cellules se colorent, en effet, en rouge, par une solution de cyanure de potassium à 1 %. Nous rencontrons dès lors, chez le même végétal, deux types principaux de tanins.

Ces réactions s'accusent de plus en plus avec l'âge. Seules, les cellules épidermiques subissent, par la suite, une évolution différente : leur contenu se vacuolise, dessine un fin réseau, et, peu à peu, la cavité cellulaire est envahie par du mucilage ; le protoplasme est alors refoulé vers la paroi externe.

Quelle est l'origine de ce mucilage, et son apparition a-t-elle un rapport avec la présence de mycorhizes signalées par Miss RAYNER, en 1915, dans l'épiderme foliaire de certaines Ericacées ? Ce problème mériterait d'être élucidé, car nous avons retrouvé les mêmes formations épidermiques chez *Erica scoporia* L., *E. arborea* L., *E. cinerea* L., *Loiseleuria procumbens* Desv.,

TROISIEME PARTIE

ECOLOGIE

CHAPITRE PREMIER

DETERMINATION DE LA PRESSION OSMOTIQUE DE QUELQUES ERICACEES

Plusieurs auteurs, en particulier DIXON et ATKINS (1913 et 1915) HARRIS et LAWRENCE (1916), KNUSON et GINSBURG (1921), ont étudié la pression osmotique du suc cellulaire des végétaux, en déterminant sa concentration moléculaire par la cryoscopie ; mais, à notre connaissance, BRAUN-BLANQUET et WALTER (1931) furent les premiers à construire des courbes annuelles qui reflètent beaucoup plus exactement le « bilan d'eau » de la plante.

Etudiant un certain nombre d'espèces méditerranéennes, ces auteurs ont montré que les individus les mieux adaptés à ce climat relativement sec : plantes à feuilles dures, coriaces, persistantes, présentent une courbe annuelle de pression osmotique sensiblement uniforme. Pour d'autres végétaux, au contraire, la courbe dessine, pendant l'année,

de grandes sinuosités, la pression osmotique atteignant son maximum durant la période estivale et pendant les grands froids, pour diminuer rapidement au cours des pluies d'automne.

Ces résultats ont été obtenus en évaluant la pression osmotique d'après le point cryoscopique du suc cellulaire.

La pression osmotique varie légèrement suivant les organes d'un végétal et suivant leur âge. Il est donc nécessaire d'opérer toujours sur la même partie de la plante, recueillant chaque fois des organes du même âge et les prélevant toujours dans les mêmes localités. Les feuilles se prêtent bien à ces conditions expérimentales ; on les choisit le plus souvent.

La tension moléculaire à l'intérieur des cellules, s'oppose à l'extraction du suc directement sur le matériel frais, tel qu'il vient d'être récolté. D'autre part, il faut tenir compte de la présence éventuelle de ferments et de glucosides qui, réagissant les uns sur les autres, après la mort des tissus, entraîneraient des modifications profondes dans la constitution du suc, et, de ce fait, dans ses constantes cryoscopiques.

Il est donc nécessaire de procéder aussi rapidement que possible à une stabilisation des organes récoltés ; stabilisation qui aura pour effet de ruiner d'abord la tension moléculaire à l'intérieur des cellules, en tuant leur matière vivante, et, d'autre part, de suspendre l'action éventuelle des ferments en les détruisant par la chaleur.

MATERIEL

La stabilisation des organes récoltés est réalisée avec le matériel et suivant la méthode ci-après :

1° *Appareillage pour le traitement préalable des organes végétaux.*

Les feuilles, récoltées en bon état, sont placées dans un tube de verre cylindrique, genre tube de BOREL, que l'on peut introduire dans une boîte en aluminium fermant

hermétiquement. Le tout est porté pendant trente minutes au bain-marie bouillant, et abandonné jusqu'à refroidissement complet.

Le suc cellulaire est alors extrait au moyen d'une presse qui répond à la description suivante :

2° Presse pour l'extraction des sucs cellulaires.

La presse destinée à extraire le suc pour la détermination du point cryoscopique, est constituée par un étau parallèle. Entre les mâchoires de cet étau, vient se placer un cylindre de bronze, ouvert à une de ses extrémités ; le diamètre extérieur du cylindre est de 47 mm., le diamètre intérieur de 33 mm., la hauteur totale de 79 mm., la profondeur de 60 mm. Dans ce cylindre, fendu sur sa longueur, glisse exactement un piston massif du même alliage.

Après avoir retiré le piston, on place dans le cylindre creux les feuilles stabilisées, suivant la méthode décrite au paragraphe précédent. On met alors le piston en place et l'appareil est monté entre les mâchoires de l'étau. On enfonce progressivement le piston en resserrant les mâchoires de l'étau. Le suc cellulaire s'écoule par la fente du cylindre ; il est recueilli pour la détermination du point cryoscopique.

3° Matériel cryoscopique.

L'appareil (Fig. 11) comprend un vase cylindrique de Dewar (D), destiné à recevoir le mélange réfrigérant (glace et sel) ; ce vase est coiffé d'un couvercle métallique percé de deux orifices, l'un central et de grande dimension, l'autre latéral et plus petit. Par le petit orifice du couvercle, on fait glisser l'agitateur métallique (A), assurant le brassage du mélange réfrigérant. Par le grand orifice du couvercle, est introduit, en le plongeant dans le mélange réfrigérant, un tube en verre, à large ouverture V, destiné à recevoir un récipient (v), de diamètre plus réduit mais de même hauteur que V ; on place dans le tube (v), le suc, le thermomètre cryoscopique et un agitateur en pla-

tine. Le vase V joue le rôle d'isolant et empêche un contact direct du tube v avec le mélange réfrigérant. Ce dispositif

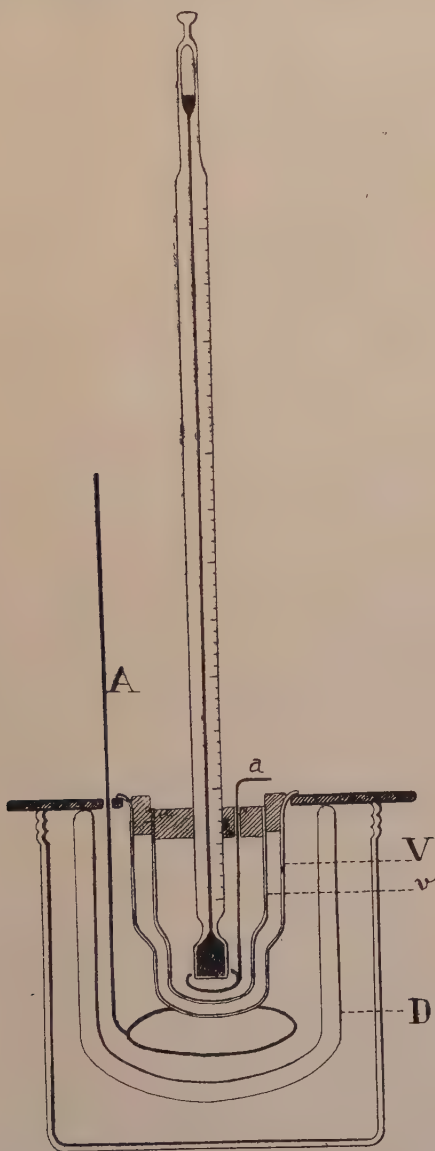


FIG. 11. — Coupe schématique de l'appareil cryoscopique
A. grand agitateur ; a. petit agitateur ; V. récipient externe
v. tube interne ; D. vase de Dewar.

est d'ailleurs à peu près constant dans les déterminations cryoscopiques.

Le thermomètre est spécial. Sa cuve dessine un prisme quadrangulaire et n'excède pas un centimètre de haut, ce qui permet d'opérer sur des volumes atteignant tout au plus un ou deux centimètres cubes. La colonne est graduée en cinquantièmes de degrés, et une loupe, montée sur une légère armature en aluminium, permet de suivre et de lire exactement la hauteur de la colonne de mercure.

Tous ces appareils, petit tube à suc v, agitateur de platine, thermomètre, doivent être parfaitement propres, rincés à l'eau distillée, bien desséchés avant leur emploi.

Le suc est versé dans le tube v, et on y plonge la cuve du thermomètre et le petit agitateur de platine. L'ensemble est enfoncé dans le tube V.

Le mélange réfrigérant est brassé avec l'agitateur dans le Dewar, et on laisse refroidir le suc cellulaire jusqu'à deux ou trois degrés au-dessous du point présumé de congélation ; on introduit alors, en se servant d'une effilure de verre, une parcelle de glace, de façon à faire cesser la surfusion. Il est nécessaire, à ce moment, d'agiter énergiquement avec l'agitateur de platine, pour uniformiser la température du liquide en observation. Lorsque le niveau de mercure est constant, il suffit de lire la température pour avoir le point cryoscopique.

Nous avons indiqué précédemment que la colonne du thermomètre était graduée en cinquantièmes de degrés, mais la loupe permet d'apprécier le quart de division, c'est-à-dire $1/200$ de degré. Les résultats peuvent donc être connus à cinq unités de la troisième décimale.

Cette première opération achevée, on rince soigneusement le tube v à l'eau distillée, puis, afin de vérifier l'exactitude du thermomètre, on détermine, en prenant les mêmes précautions que précédemment, le point de congélation de l'eau distillée. Cette mesure permet, d'autre part, une correction éventuelle du point cryoscopique recherché. La pression osmotique correspondante, exprimée en at-

mosphères, est ensuite calculée au moyen de la table dressée par USPRUNG. On trouve cette table dans le travail de WALTER (1931) : *Die Hydratur der Pflanze*.

APPLICATION DE LA METHODE CRYOSCOPIQUE A L'ETUDE DE QUELQUES ERICACEES

Nos recherches ont porté sur les espèces suivantes :

<i>Arbutus Unedo</i> L.	<i>Erica arborea</i> L.
<i>Erica cinerea</i> L.	<i>Erica multiflora</i> L.
<i>Erica scoparia</i> L.	

Erica arborea L. fut cueilli sur une des collines qui s'étendent à gauche de la route de Lodève, entre Saint-Paul et Valmalle et Gignac, à une altitude d'environ 180 mètres. Le sol, au lieu de récolte, ne contenait pas de calcaire.

Toutes les autres espèces provenaient des landes environnant la ferme dite « Les Chênes », située entre Montarnaud et Argelliers. L'altitude à ce lieu est de 90 mètres.

Erica cinerea L. est localisé sur les parcelles de terrain abondamment lessivées par les eaux pluviales et ne contenant plus de carbonate de calcium.

Erica scoparia L., par contre, qui est assez abondant à cet endroit, tolère une certaine quantité de carbonate de chaux : 3 à 5 %.

Arbutus Unedo L. et surtout *Erica multiflora* L. sont plus nettement calcicoles (1). L'analyse du terrain sur lequel on rencontre ces espèces révélait une teneur en CO_3Ca de 10% pour *Arbutus Unedo* et de 18 % pour *Erica multiflora*.

(1) Le prélèvement de l'échantillon du terrain, pour *Arbutus Unedo* L., a été effectué à la surface du sol. Il est probable que le pourcentage de CO_3Ca est plus faible au niveau des poils absorbants des racines, situées entre 1 mètre et 1 m. 50 de profondeur,

Pour chaque détermination, les feuilles furent ramassées par temps sec, et choisies saines et entières ; elles provenaient, soit du même pied, soit de pieds très voisins et furent cueillies à peu près au même niveau sur le végétal. Enfin, bien que les variations journalières soient, en général, faibles pour une même espèce, la récolte fut pratiquée le matin, entre 9 heures et 10 heures.

INTERPRETATION DES RESULTATS

L'examen des courbes annuelles de pression osmotique permet de distinguer deux types parmi les végétaux étudiés :

PREMIER TYPE :

Arbutus Unedo L.

Cette espèce présente une pression osmotique assez éle-

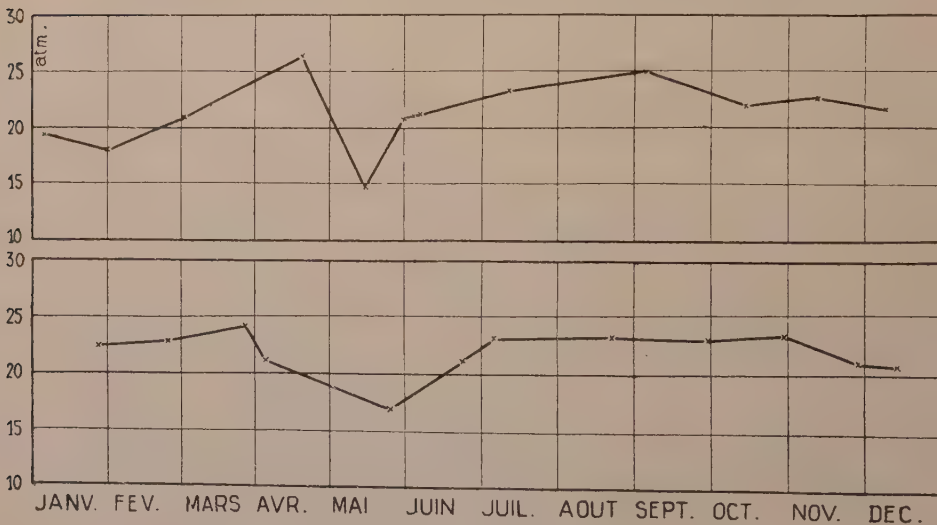


FIG. 12. — Courbes annuelles de pression osmotique
en bas : *Arbutus Unedo* L. ; en haut : *Quercus Ilex* L.

vée, mais ne variant sensiblement, ni avec les grosses chaleurs de l'été, ni avec les grands froids de l'hiver. *Arbutus Unedo* peut être classé dans le groupe I, caractérisé par

BRAUN-BLANQUET et WALTER dans leur mémoire de 1931. La comparaison avec la courbe de pression osmotique de *Quercus Ilex* L., donnée par ces auteurs, est particulièrement démonstrative à cet égard. Dans les deux cas, la pression osmotique diminue durant le mois de mai, au moment de l'apparition des jeunes pousses, puis remonte au-dessus de 20 atmosphères et reste alors sensiblement constante, même à l'époque de la grande sécheresse.

Cette analogie peut s'expliquer dans une certaine mesure par l'enracinement identique chez les deux espèces ; toutes deux ont des racines qui arrivent à l'horizon A₃. Ce terme « d'horizon » est employé par les pédologues pour désigner les différentes strates du profil d'un sol. L'horizon A₃, situé en général entre 1 m. 50 et 2 mètres de profondeur, correspond à une couche de terrain argileux, très compact et retenant l'eau. Cet horizon, d'après des recherches récentes effectuées au laboratoire de la Station Internationale de Géobotanique, remplirait le rôle de réservoir d'eau pour les espèces à enracinement profond de notre région languedocienne.

DEUXIÈME TYPE :

Les autres espèces sont caractérisées par une augmentation de la pression osmotique du suc cellulaire durant la période estivale. Elles trouveraient place dans le groupe III de BRAUN-BLANQUET et WALTER.

Erica multiflora L., est une espèce eu-méditerranéenne, c'est dire qu'elle ne dépasse pas les limites de la région méditerranéenne, et qu'elle est bien adaptée au climat ; son enracinement est cependant relativement superficiel, et elle présente un minimum de pression au mois de mai et un maximum au mois d'août.

N. B. — Nos expériences ont été faites avec le matériel de la Station Internationale de Géobotanique, sous la direction de BRAUN-BLANQUET. Les résultats sont donc comparables à ceux donnés par cet auteur dans l'ouvrage de 1931 cité précédemment.

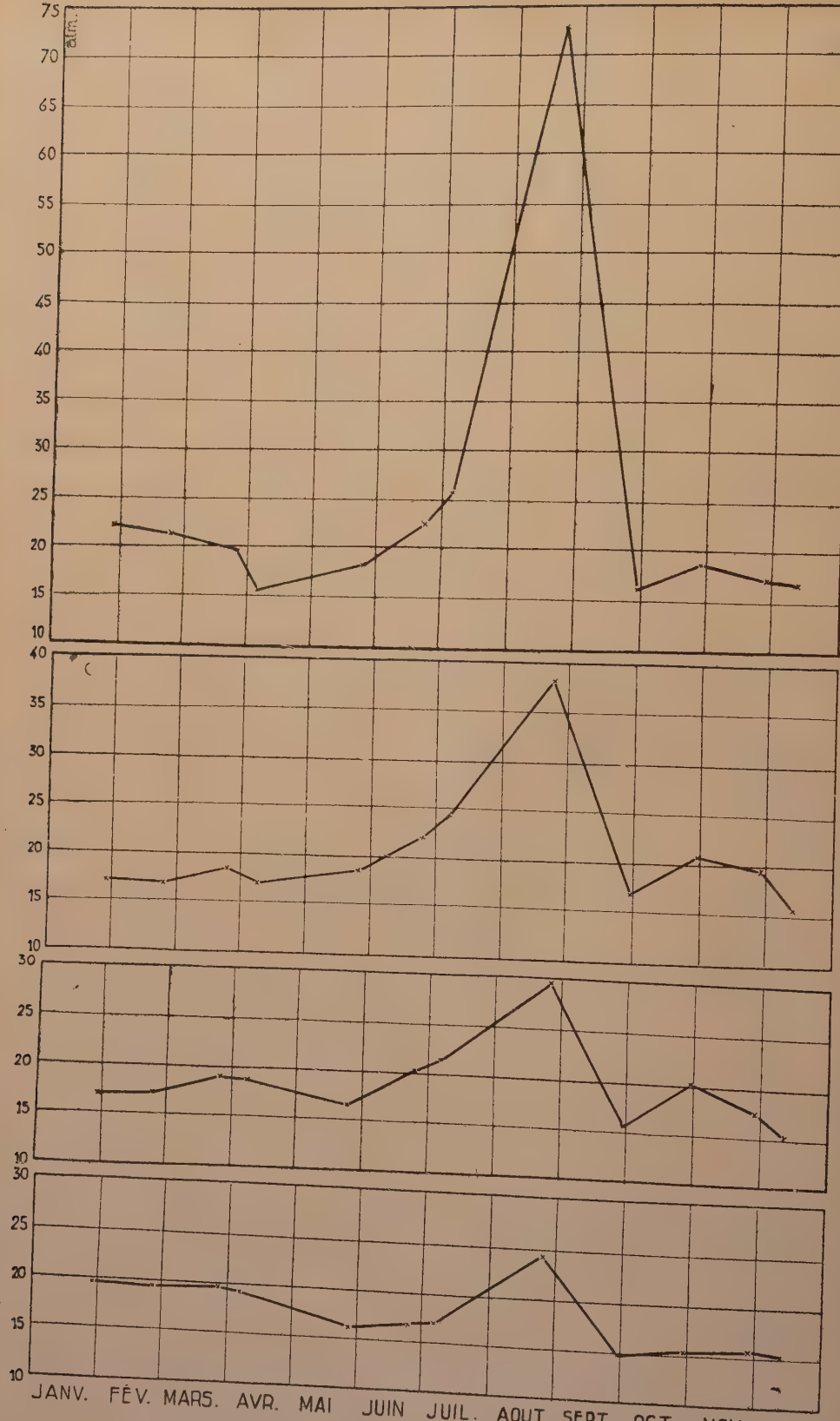


FIG. 13. — Courbes annuelles de pression osmotique
De bas en haut : *Erica multiflora* L. ; *Erica arborea* L.
Erica scoparia L. ; *Erica cinerea* L.

Le minimum peut s'expliquer, dans une certaine mesure, par la poussée foliaire printannière. Quant au maximum, bien qu'il soit peu prononcé (24 atm. 10), il souligne toutefois la réaction du végétal pendant la période d'extrême sécheresse et de grande chaleur, qui caractérisa l'été 1933.

Les mêmes explications valent d'ailleurs pour *Erica arborea* L., avec cette seule différence que la pression est plus élevée pendant le mois d'août (29 at. 70). *Erica arborea* est une espèce sub-méditerranéenne, qui dépasse les limites de la région méditerranéenne ; sa limite septentrionale se trouve en Europe, sur le versant sud des Alpes, à Chavienna, petite localité frontière entre l'Italie et la Suisse.

L'angle décrit par la courbe annuelle de pression osmotique est encore plus accusé pour *Erica scoparia* L. (38 atm.). Ce végétal est toujours une espèce sub-méditerranéenne, mais il remonte jusqu'aux environs de Paris.

Enfin, l'examen de la courbe de *Erica cinerea* L. souligne énergiquement la souffrance estivale de cette espèce eurosibérienne, égarée dans la région languedocienne. La pression osmotique atteignait 72 atm. 80 le 22 août, pour retomber à 16 atm. 50 aussitôt après les pluies torrentielles du mois de septembre. Soulignons le fait que l'on rencontre encore *Erica cinerea* sur la côte norvégienne et aux îles Féroé.

En définitive, l'étude de la pression osmotique du suc cellulaire, nous a permis de classer les espèces considérées, en deux groupes bien distincts, suivant leur mode de réaction à la chaleur et à la sécheresse estivale.

Les feuilles de *Arbutus Unedo* L. sont de dimensions assez grandes (5 à 7 centimètres de long sur 3 à 4 centimètres de large), l'évaporation est donc relativement intense, et cependant ce végétal n'a nullement souffert durant le mois d'août, au plus fort de la chaleur. La courbe annuelle de pression osmotique d'*Arbutus Unedo* est presque exactement superposable à celle donnée pour *Quercus Ilex*, en

1931, par BRAUN-BLANQUET et WALTER. Nous avons vu que cette particularité trouvait son explication dans l'enracinement identique et particulièrement profond chez ces deux espèces.

Toutes les autres Ericacées étudiées ont des feuilles de dimensions réduites (8 à 10 millimètres de long sur 1 à 2 millimètres de large) ; ces feuilles, d'autre part, présentent sur leur face ventrale un sillon, dont les bords sont frangés de poils extrêmement nombreux, et les stomates n'existent que dans la cavité délimitée par les bords du sillon ; l'évaporation se trouve donc réduite au minimum. Or, la pression osmotique du suc cellulaire de toutes ces espèces s'élève durant le mois d'août ; c'est que leur enracinement, sans être aussi superficiel que celui de certaines Labiées rencontrées dans les garrigues, est cependant moins profond que celui d'*Arbutus Unedo*.

Il est d'autre part remarquable de noter qu'au cours de ce même mois d'août, la pression osmotique va en augmentant de *Erica multiflora* L., espèce eu-méditerranéenne ne dépassant pas les limites de la région méditerranéenne, à *Erica cinerea*, espèce atlantique, qui n'existe qu'à l'état isolé dans notre région languedocienne. Il n'est pas douteux que la température et la sécheresse soient des facteurs limitatifs dans l'extension sud-orientale de *Erica cinerea*.

	JANV.	FÉV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEP.	OCT.	NOV.	DÉC.
Arbutus Unedo L.	22.30	22.90	23.55	21.15	17.30	21.15	23.15	23.30	23.10	23.20	21.15	21.05
Erica multiflora I.	19.90	19.10	19.35	19.00	16.40	17.10	17.30	24.10	14.90	15.00	15.60	15.40
Erica arborea L.	17.50	17.70	19.00	18.88	17.10	20.20	21.50	29.70	15.76	20.10	17.45	15.30
Erica scoparia L.	18.40	17.40	18.55	17.20	18.50	22.05	24.40	38.00	17.20	20.90	19.25	15.90
Erica cinerea L.	22.20	21.80	19.90	15.90	18.60	22.70	25.80	72.80	16.50	18.65	17.80	17.45

CHAPITRE II

MESURE DE LA RESISTIVITE DES SUCS CELLULAIRES

L'étude de la pression osmotique par la cryoscopie renseigne sur la concentration moléculaire du suc cellulaire ; il nous a paru intéressant de déterminer simultanément sur le même suc, l'état d'ionisation, par la mesure de sa résistivité.

Cette détermination a été effectuée selon la méthode classique, dont le principe est le suivant : on mesure la résistance r offerte au passage du courant électrique par une colonne du liquide considéré, colonne de hauteur et de section bien déterminées.

MATERIEL

On emploie, à cet effet, des cuves de formes variées, mais qui, en raison du faible volume des suc que nous étudions, étaient de dimensions exiguës. Dans la cuve, on verse l'électrolyte, et, dans cet électrolyte, plongent deux électrodes conductrices planes, recouvertes de noir de platine ; ces électrodes, qui ont même surface, sont superposées et réunies respectivement au circuit par des fils métalliques isolés. La résistance à mesurer r est alors celle de

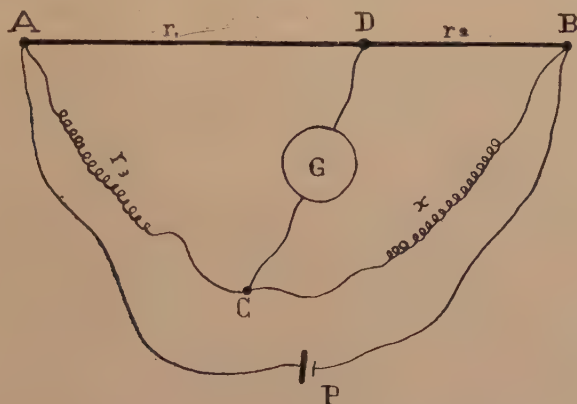
la colonne de liquide de section s : surface des électrodes, et de hauteur l : distance de ces électrodes.

Or, r est directement proportionnelle à la résistivité de l'électrolyte et à la hauteur de la colonne. Enfin, elle est inversement proportionnelle à la surface des électrodes s , ce qu'on exprime par la formule : $r = \rho \frac{l}{s}$

MESURE DE LA RÉSISTANCE r .

La méthode utilisée est celle du Pont à fil.

Soit A et B les extrémités d'un fil cylindrique homogène réuni aux deux pôles d'une pile ; en AC, se trouve une résistance connue r^2 . On place en CB la résistance x à me-



surer. Un curseur D, en relation avec le point C, se déplace le long du fil AB. On branche sur D et sur C un galvanomètre.

Le courant arrive en A et se divise en deux. Le curseur est déplacé jusqu'à ce qu'aucun courant ne passe dans le galvanomètre G (aiguille au zéro). A ce moment, la chute de potentiel le long de AD est la même que le long de AC, et la chute de potentiel le long de DB est la même que le long de CB.

Soit i , l'intensité du courant dérivé passant dans AB, et i' , celle du courant passant dans AC.

On peut dès lors écrire :

$i r_1 = i' r_3$ et : $i r_2 = i' x$ Effectuons le rapport :

$$\frac{i r_1}{i r_2} = \frac{i' r_3}{i' x} \quad \text{Ou encore : } \frac{r_1}{r_2} = \frac{r_3}{x} \quad \text{D'où : } x = \frac{r_3 \times r_2}{r_1}$$

Or, r_1 et r_2 représentent la résistance de deux longueurs, l_1 et l_2 , d'un fil cylindrique et homogène ; elles sont donc directement proportionnelles à ces longueurs l_1 et l_2 :

$$r_1 = \rho \frac{l_1}{s} \quad \text{et : } r_2 = \rho \frac{l_2}{s} \quad \text{D'où : } x = \frac{r_3 l_2}{l_1}$$

Il suffira de placer le fil A B sur une règle graduée pour connaître les longueurs l_1 et l_2 et pour en déduire la valeur de x .

Dans la mesure de la résistivité d'un électrolyte, on ne peut opérer avec un courant continu : les électrodes seraient polarisées et la mesure faussée. Aussi utilise-t-on le courant alternatif obtenu par l'intermédiaire d'une bobine d'induction. Mais, dans ces conditions, le galvanomètre, ne pouvant fournir d'indication, on le remplace par un téléphone branché sur C et le curseur D. L'équilibre entre les points C et D est signalé par un minimum de son perçu au téléphone, après déplacement du curseur D.

L'appareil utilisé dans ces mesures ou « Ohmmètre », donne directement, d'après la position du curseur D, la résistance r en ohms, de la colonne du liquide considéré.

$$\text{Or : } r = \rho \frac{l}{s} \quad \text{D'où : } r = \rho \frac{s}{l}$$

Pour connaître ρ , il nous faudrait connaître le facteur $\frac{s}{l}$.

Ce facteur est une constante pour le système d'électrodes considéré. Il est désigné par la lettre K , c'est la *constante de cuve*. Pour déterminer K , il suffira de mesurer, avec le même système, et dans les mêmes conditions, la résistance d'une solution de résistivité connue. On utilise la solution N/50 de KCl, dont la résistance est de 416,8 ohms à 18°.

On opère comme précédemment, en mettant dans la cuve une solution de KCl N/50 ; la température de l'expérience est de 18° et elle est réglée par le thermostat

On détermine ainsi la valeur de r , et on en déduit K :

$$K = \frac{416,8}{r}$$

La résistivité cherchée devient : $\rho = K r$.

Il est facile de calculer la conductibilité des sucs examinés à partir de la résistivité, la conductibilité, nous le rappelons, étant l'inverse de la résistivité.

APPLICATION DE LA METHODE AUX SUCS CELLULAIRES DE QUELQUES ERICACEES

Afin d'éliminer, dans la mesure du possible, les causes d'erreur, la mesure de la résistivité eut lieu, pour chacun des sucs cellulaires, aussitôt après la détermination du point cryoscopique ; le suc cellulaire étant obtenu par la méthode décrite précédemment.

Avec l'appareil utilisé, et dans les conditions de l'expérience, la résistance r , pouvait être appréciée à 1/2 ohm près. L'erreur relative est donc de 1 %.

RÉSULTATS.

On trouvera exprimés dans le tableau ci-après, pour chacune des espèces d'Ericacées étudiées, les valeurs de la conductibilité et de la pression osmotique du suc cellulaire.

Pression osmotique

Conductibilité

Arbutus Unedo	23.15 atm.	7.10×10^{-4} mhos
Erica mutiflora	17.30 atm.	9.40×10^{-4} mhos
Erica arborea	21.50 atm.	9.70×10^{-4} mhos
Erica scoporia	24.40 atm.	12.30×10^{-4} mhos
Erica cinerea	25.80 atm.	7.55×10^{-4} mhos

A vrai dire la lecture de ce tableau ne fournit aucune indication. Ce n'est d'ailleurs pas surprenant, car la conductibilité étant assurée par les ions, la résistivité conditionne l'état d'ionisation du suc examiné, tandis que la pression osmotique renseigne sur la concentration moléculaire. Comme, d'autre part, il nous fut impossible de répéter ces expériences comparées, aucune conclusion d'ordre général n'est permise.

QUATRIEME PARTIE

ETUDE CHIMIQUE DE L'APPAREIL FOLIAIRE DE ERICA MULTIFLORA L.

CHAPITRE PREMIER

ESSAIS PRELIMINAIRES, RECHERCHE DES TANINS, SUBSTANCES PROTEIQUES, etc...

Nous avons suivi, pour ces recherches, les indications données par WEILL, en 1931.

On fait macérer 15 gr. de plante fraîche hachée dans 100 cc. d'eau distillée pendant six heures à l'étuve à 37°. Nous avons choisi de préférence les extrémités des rameaux, afin d'opérer sur des cellules jeunes, donc riches en protoplasme et en principes actifs.

Le filtrat obtenu est jaune paille, sous une épaisseur de 8 centimètres, gris jaunâtre sous une épaisseur de 2 centimètres, sirupeux, d'odeur spéciale, mais assez agréable, d'un goût amer légèrement astringent. Nettement acide au tournesol, il donne par agitation une mousse persistante.

Sous l'action de la lumière de Wood, il prend une fluorescence bleu-verdâtre.

PRINCIPALES RÉACTIONS DU MACÉRÉ.

1. Le perchlorure de fer donne une coloration brun-noirâtre.

2. La liqueur de Fehling est réduite.

3. L'acétate neutre de plomb produit un précipité jaune serin.

4. Le sous-acétate de plomb donne un précipité jaune caillebouteux.

5. L'acide picrique ne donne rien.

6. Le réactif de Bouchardat donne un précipité brun-clair ne changeant pas de couleur à chaud.

7. Le réactif de Millon produit un précipité jaune soufre à froid. A chaud, le précipité devient brun-chocolat.

8. Le bichromate de potassium à 10 % ne donne rien.

9. La potasse à 10 % détermine une coloration jaune orange puis un léger trouble.

10. L'acide azotique à 1,33 produit une coloration jaune très accusée.

11. L'ammoniaque donne une coloration jaune.

12. La recherche des oxydases par la teinture de Gaïac, et celle des peroxydases par la teinture de Gaïac et l'eau oxygénée sont négatives.

Ces réactions nous indiquent la présence dans l'appareil végétatif de *Erica multiflora* L., de tanins, de substances réductrices et de matières protéïques.

RECHERCHE DE L'EMULSINE

On abandonne durant six heures à l'étuve à 37°, un flacon contenant :

4 grammes de rameaux hachés.

0 gramme 20 environ d'amygdaline.

25 centimètres cubes d'eau.

Dans l'atmosphère du flacon est suspendue une bande de papier picrosodé de GUIGNARD. L'émulsine, lorsqu'elle existe, dédouble l'amygdaline en glucose, aldéhyde benzoïque et acide cyanhydrique ; cet acide par suite de sa transformation en isopurpurate de sodium, colore en rouge le papier picrosodé.

La réaction a été positive.

RECHERCHE DE L'ARBUTINE

La recherche de l'arbutine sur le filtrat, par le réactif de JUNGMANN est impossible par suite de la coloration jaune provoquée par l'addition d'ammoniaque.

En effet cette réaction se passe en deux temps :

a) On dissout quelques centigrammes d'arbutine dans deux centimètres cubes d'eau distillée, ou ajoute 8 à 10 gouttes de réactif de JUNGMANN (1 gramme de phosphomolybdate de soude, 10 centimètres cubes d'acide chlorhydrique concentré, 20 centimètres cubes d'eau).

La solution se teinte légèrement en vert en présence d'arbutine.

b) On ajoute 6 à 8 gouttes d'ammoniaque, la solution prend une teinte bleu saphir, coloration qui confirme la présence de glucoside.

En appliquant cette technique à notre macéré nous avons obtenu après addition de réactif de JUNGMANN une coloration verte.

Mais l'ammoniaque communique directement au macéré d'Erica, une coloration jaune due à la présence de principes indéterminés ; l'addition d'ammoniaque au macéré en présence du réactif de JUNGMANN a provoqué la même coloration jaune qui a pu masquer la teinte bleu saphir donnée par l'arbutine. Cet essai préliminaire a été complété par la recherche des glucosides d'après la méthode biochimique de BOURQUELOT. Le résultat a été négatif (V. p. 87).

CHAPITRE II

COMPOSITION MINÉRALE DES CENDRES DE L'APPAREIL FOLIAIRE

ANALYSE QUALITATIVE

La composition minérale d'un végétal est établie d'après l'analyse des cendres obtenues par incinération, mais il est indispensable de prendre certaines précautions si l'on veut arriver à des résultats comparables entre eux.

Dans un végétal la composition minérale varie en effet avec les différents organes. Au printemps, les cendres des jeunes feuilles par exemple, contiennent de notables proportions de potasse et d'acide phosphorique ; à mesure que l'espèce considérée vieillit, ces deux substances diminuent, tandis que le carbonate de chaux et la silice augmentent. Le sol influe également sur la composition minérale du végétal. *Erica multiflora* L. fut récolté sur du calcaire blanc (éocène compact) contenant 18 % de CO_2Ca .

Un kilog. de rameaux d'*Erica multiflora* L., débarrassés de la poussière à l'aide d'une brosse fine, fut porté à l'étuve à 150° jusqu'à poids constant : 48 heures suffirent

pour obtenir ce résultat. Après ce traitement, le lot accusait une perte en poids de vapeur d'eau de 440 grammes 70.

Les feuilles furent alors séparées des tiges et pesées. On obtint de la sorte un échantillon moyen de l'appareil foliaire comprenant à la fois des feuilles jeunes et des feuilles de l'année précédente. Le poids de cet échantillon était de 316 grammes 90, tandis que celui des tiges était de 242 grammes 40.

Chacun de ces lots fut ensuite calciné séparément dans une capsule de silice, sans dépasser le rouge sombre, et les cendres pesées afin de déterminer leur pourcentage.

Le poids des cendres des feuilles était de 7 grammes 21, soit 2,3 % de feuilles sèches.

Le poids des cendres des tiges était de : 3 grammes 250, soit 1,3 % de tiges sèches.

Ceci nous donne donc un poids de cendres de : 10 grammes 46, soit 10 % de plantes fraîches.

L'analyse qualitative de ces cendres, effectuée d'après les méthodes classiques, a révélé la présence des éléments suivants :

1. Sodium	5. Manganèse	9. Ac. carbonique
2. Potassium	6. Magnésium	10. Chlore
3. Calcium	7. Aluminium	11. Soufre
4. Fer	8. Silice	12. Phosphore

ANALYSE QUANTITATIVE

I. — DOSAGE DE SiO_2 - CaO - MgO - P_2O_5 - SO_3 Na_2O - Fe_2O_3

DOSAGE DE LA SILICE.

On prélève quatre grammes de cendres que l'on place dans une capsule de silice munie d'un couvercle, les cendres d'Erica étant très hygroscopiques. Puis on ajoute quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique au tiers et on porte le tout au bain-marie jusqu'à évaporation to-

tale. On répète cette opération à deux reprises, et on reprend la dernière fois par de l'eau bouillante acidulée par l'acide chlorhydrique (HCL au 1/100°). On filtre, on lave le précipité à trois ou quatre reprises toujours avec de l'eau acidulée bouillante, et on complète à 200 centimètres cubes par de l'eau distillée ; nous appellerons ce filtrat F₁. La silice (SiO₂), insolubilisée, reste sur le filtre et les éléments solubles se trouvent à l'état de chlorures dans le filtrat F₁.

Le précipité de SiO₂ est alors séché, calciné et pesé.

Résultat exprimé en SiO₂ : 7 gr. 50 %.

DOSAGE DU CALCIUM.

Sur un échantillon de 10 centimètres cubes du filtrat précédent on dose CaO et MgO selon la méthode préconisée par Mlle DAUCAN en 1928. Nous rappelons les grandes lignes de cette technique.

Les 10 centimètres cubes de filtrat sont placés dans un petit verre à pied, et on ajoute de l'ammoniaque goutte-à-goutte jusqu'à réaction nettement alcaline au tournesol. Le précipité qui se forme généralement est alors traité par de l'acide acétique goutte-à-goutte, en agitant constamment, jusqu'à réaction acide.

L'agitation ayant été poursuivie cinq à six minutes, on filtre et on lave à l'eau acétique (CH³COOH au 1/100°) bouillante.

Puis on précipite le calcium à l'ébullition par 10 centimètres cubes d'une solution d'oxalate d'ammonium au 1/20° et on a soin d'en vérifier l'excès. On laisse refroidir quatre à cinq minutes, on jette sur un filtre et on lave à l'eau bouillante jusqu'à ce que quelques centimètres cubes d'eau de lavage placés dans un tube à essai ne décolorent plus à l'ébullition et en milieu sulfurique, une solution de permanganate de potassium au 1/1000°.

Le précipité d'oxalate de calcium, est alors desséché, puis calciné et pesé à l'état de carbonate.

Résultat en CaO : 24 grammes %.

DOSAGE DU MAGNÉSIUM.

Le filtrat et les eaux de lavage de l'opération précédente sont acidulés par dix gouttes d'acide chlorhydrique pur, puis concentrés au bain-marie jusqu'à réduction à 20 ou 30 centimètres cubes.

Ce volume obtenu, on ajoute au liquide 10 centimètres cubes d'une solution au dixième de chlorure d'ammonium et on alcalinise nettement par de l'ammoniaque.

La précipitation se fait à l'aide de 10 centimètres cubes d'une solution de phosphate disodique ($\text{PO}_4\text{Na}_2\text{H}$, 12 H_2O) au quinzième, et par abandon dans un endroit frais durant douze heures.

On recueille le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien ($\text{PO}_4\text{Mg}\cdot\text{NH}_4$, 6 H_2O) et on lave avec de l'eau ammoniacale au cinquième jusqu'à ce que le filtrat n'accuse plus traces de chlorures.

Résultat en MgO : 9 grammes 06 %.

DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE.

La précipitation directe de l'acide phosphorique est possible, à condition d'introduire dans le liquide un acide organique qui maintienne en dissolution l'oxyde de fer et la chaux. On emploie d'ordinaire l'acide citrique.

On prépare à cet effet la liqueur citro-magnésienne de JOULIE, dont nous rappelons la formule :

Acide citrique	40 gr.
Carbonate de magnésie	4 gr.
Magnésie	2 gr.
Eau	50 cc.

La dissolution étant achevée, on ajoute 60 centimètres cubes d'ammoniaque et l'on complète à 150 centimètres cubes avec de l'eau.

Vingt centimètres cubes du filtrat F_1 sont additionnés de dix centimètres cubes de liqueur de JOULIE, et abandonnés pendant douze heures. Le précipité est alors recueilli sur un filtre.

Ce précipité peut être calciné et pesé à l'état de pyrophosphate de magnésie, ou encore dosé par une solution de nitrate d'urane. Nous avons préféré cette dernière méthode.

Le filtre contenant le précipité de phosphate ammoniacomagnésien est placé dans une capsule de porcelaine, et additionné de quelques centimètres cubes d'eau légèrement acidulée par AzO^3H . Le précipité étant dissous, on neutralise exactement l'acide azotique par de l'ammoniaque diluée, en agitant constamment. On passe alors en milieu légèrement acide, par quelques gouttes d'acide acétique. Dans ces conditions le phosphate ammoniacomagnésien est soluble tandis que le phosphate d'urane précipite.

Il suffit dès lors de titrer par une solution de nitrate d'urane en employant le ferrocyanure de potassium comme réactif indicateur externe, selon la méthode classique.

Résultat en P^2O^5 : 1 gramme 8 %.

DOSAGE DE L'ACIDE SULFURIQUE.

On prélève 50 centimètres cubes du filtrat F_1 et on dose l'acide sulfurique en le précipitant, selon la méthode classique, à l'état de sulfate de baryum, au moyen d'une solution de chlorure de baryum. Le précipité est lavé, desséché à l'étuve et pesé.

Résultat en SO^3 : 4 grammes. 36 %.

DOSAGE DU SODIUM.

Le sodium fut dosé dans 10 centimètres cubes du filtrat F. à l'état d'acétate triple d'uranium, magnésium et sodium, par la méthode de KAHANE.

Préparation du réactif.

La composition du réactif est la suivante.

Acétate d'uranyle crist.	32 gr.
Acétate de magnésium	100 gr.
Acide acétique	20 cc.
Eau q. s. pour	1000 cc.

On porte au bain-marie dans un ballon les deux acétates, l'acide acétique, l'alcool et environ 300 cc. d'eau. La dissolution effectuée, on laisse refroidir et on complète à 1.000 cc. Puis on laisse reposer 24 à 48 heures et on filtre.

La conservation de ce réactif est indéfinie, à condition de le placer dans un flacon en verre coloré et à l'obscurité.

La précipitation, qui se fait en milieu voisin de la neutralité, est correcte, quelle que soit la concentration en sodium de la liqueur à traiter, à condition d'employer un minimum de 2 cc. 5 de réactif par milligramme de sodium à précipiter et par centimètre cube de liqueur à traiter.

On doit éliminer, dans le cas présent, l'ion phosphorique qui précipite par le réactif de KAHANE à l'état de phosphate d'uranyle. Dans ce but, on passe en milieu ammoniacal par un excès de chlorure d'ammonium, après avoir alcalinisé nettement par l'ammoniaque, et on ajoute quelques cristaux de sulfate de magnésium.

Il se forme un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien. On filtre et on lave à l'eau ammoniacale (NH_4OH à 1 %).

La liqueur et les eaux de lavage sont alors concentrées au bain-marie bouillant, afin de ne pas être obligé d'employer une quantité trop grande de réactif de KAHANE.

Lorsqu'on arrive à un volume d'environ 30 cc. on arrête la concentration, on laisse refroidir et on ajoute 80 à 90 cc. de réactif de KAHANE (un excès de réactif ne présente aucun inconvénient). On agite une minute ou deux, afin d'amorcer la précipitation, et on abandonne une demi-heure dans un endroit obscur. Le vase est recouvert d'une plaque de verre pour empêcher l'évaporation.

Le précipité est recueilli sur un creuset en verre poreux et lavé une première fois avec quelques centimètres cubes de réactif de KAHANE, puis à trois ou quatre reprises à l'alcool à 95°. Le tout est desséché à l'étuve à 110-120° ; trente minutes suffisent, en général, et 1 gr. de ce précipité correspond à 0 gr. 015 de sodium.

Résultat en Na_2O : 1 gr. 59 %.

DOSAGE DU FER.

On traite 10 cc. de la solution F_1 par de l'acide chlorhydrique et du zinc exempts de fer, puis l'on porte à l'ébullition pendant dix minutes à une demi-heure, dans une atmosphère de gaz carbonique et on filtre toujours en atmosphère de CO_2 . Le sel ferreux est dosé par une solution de permanganate de potassium à 0 gr. 50 %.

Résultat en Fe_2O_3 : 1 gr. 60 %.

II. — DOSAGE DE CO_2 et de K_2O

DOSAGE DE L'ACIDE CARBONIQUE.

La valeur de ce dosage est toute relative, car une partie importante de l'acide carbonique combiné que l'on ren-

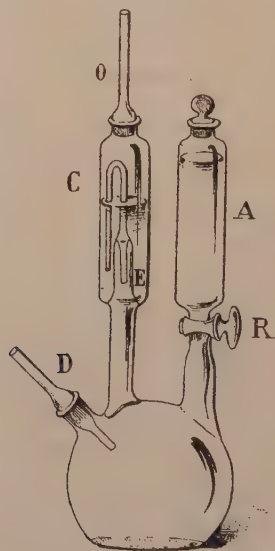


FIG. 14. — Appareil de ROHRBECK.

Mlle Allemandet del.

contre dans les cendres, provient certainement de la décomposition pyrogénée par la chaleur des sels alcalins d'acides organiques.

Nous avons choisi pour ce dosage l'appareil de ROHRBECK

(fig. 14). On introduit 0 gr. 50 de cendres dans l'appareil par l'orifice D, et quelques centimètres cubes d'eau distillée ; on ferme D. En A. on a placé de l'acide chlorhydrique dilué de moitié, et en C, de l'acide sulfurique concentré, le robinet R étant fermé. L'appareil tout entier est alors taré. Puis on ouvre doucement le robinet R et on laisse couler l'acide contenu dans A. Le gaz carbonique se dégage en C, se débarrasse de sa vapeur d'eau dans l'acide sulfurique et s'échappe par l'orifice O.

Quand l'effervescence est calmée, on place l'appareil dans une cloche à vide, durant 15 à 20 minutes, de façon à chasser le gaz carbonique, qui est resté dissous ; le vide ayant cessé, on pèse à nouveau. La différence de poids indique la quantité de CO_2 qui s'est échappée.

Résultat en CO_2 : 16 gr. 40 %.

DOSAGE DU POTASSIUM.

Le résidu du dosage de CO_2 est évaporé à siccité puis repris par quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique. On évapore à nouveau et on reprend par de l'eau. On porte à 50 cc. On a ainsi une solution à 1 gr. %. On additionne 10 cc. de cette solution de 30 cc. d'une solution saturée et filtrée de carbonate de soude. On dose alors le potassium selon la méthode classique, en le précipitant en milieu acétique à l'état de cobaltinitrite de potassium. Le précipité est recueilli sur un creuset de Gooch en porcelaine poreuse, préalablement taré. On lave à l'eau acétique puis à l'alcool, on sèche à l'étuve à 100° et on pèse. Le poids de précipité trouvé doit être multiplié par 0,2704 pour obtenir le poids de K_2O contenu dans la prise d'essai.

Le réactif a été simultanément vérifié sur 10 cc. d'une solution de KCl à 7 gr. 35 %.

Résultat en K_2O : 8 gr. 90 %.

III. — DOSAGE DES CHLORURES

Les chlorures furent dosés sur 0 gr. 50 de cendres par la méthode de Charpentier-Vohlard. Cette méthode est trop classique pour que nous insistions sur sa technique.

Résultat en Cl : 6 gr. 10 %.

IV. — DOSAGE DU MANGANESE

On transforme selon la méthode de JADIN et ASTRUC, le manganèse en permanganate que l'on dose ensuite par colorimétrie en comparant avec une gamme étalon.

Dix centigrammes de cendres sont repris par de l'acide chlorhydrique et évaporés au bain-marie. On ajoute 2 à 3 cc. d'acide sulfurique, qui décompose les chlorures, et on calcine soigneusement, afin de chasser tout le chlore. Les sels ainsi transformés en sulfates sont repris par quelques centimètres cubes d'acide nitrique au quart ; on transforme le manganèse en permanganate par oxydation au moyen de quelques centigrammes de persulfate de potassium (catalyseur d'oxydation), et de quelques gouttes de nitrate d'argent au dixième. On porte à 100 cc.

Préparation de la gamme étalon.

On dissout dans un litre d'eau 4 gr. 054 de sulfate de manganèse cristallisé, avec quatre molécules d'eau. Une dilution au centième de cette solution renfermera 0,00001 de manganèse par centimètre cube.

On introduit dans une série de tubes à essais de même diamètre, successivement 5 cc., 2 cc., 1 cc., 0,5 cc., 0,2 cc., 0,1 cc. de cette solution, et on complète chaque fois à 10 cc. On oxyde ensuite au moyen de persulfate de potassium et d'azotate d'argent.

Résultat en Mn : 0,066 %.

CHAPITRE III

RECHERCHE DES GLUCOSIDES ET DES ALCALOÏDES PAR LA METHODE DE STAS-OTTO

Nous rappelons le principe de la méthode.

Les alcaloïdes, à l'état de bases, sont solubles dans l'éther et le chloroforme, et insolubles dans l'eau. Les sels d'alcaloïdes, au contraire, sont solubles dans l'eau et insolubles dans l'éther et le chloroforme. Ces deux solvants organiques peuvent enlever également certains glucosides à une solution acide.

On fait macérer 200 gr. de feuilles contusées au mortier, dans 800 cc. d'alcool à 95°, additionné de 2 % d'acide tartrique. La durée de cette macération est de huit jours, à la température ordinaire, et de deux jours à l'étuve à 37°.

On filtre et on lave le précipité par l'alcool tartrique jusqu'à obtention d'un litre de liquide. Ce liquide était brun-noirâtre. La majeure partie de l'alcool est distillée au bain-marie, sous pression réduite, et le reste est éliminé au bain-marie, à une température voisine de 50°, sous un fort courant d'air. L'extrait ainsi obtenu est repris à nouveau par 100 cc. d'alcool tartrique ; on filtre et on élimi-

ne l'alcool en prenant les mêmes précautions que précédemment. Nous avons obtenu un extrait brun-noirâtre, d'odeur empyreumatique assez agréable.

L'extrait est repris par 200 cc. environ d'eau distillée et l'on porte le tout au bain-marie bouillant pendant quelques instants. Puis on laisse refroidir et on filtre.

Le filtrat, limpide, rouge Bordeaux, acide grâce à l'acide tartrique, est épuisé à quatre reprises par l'éther, avec un repos d'une demi-heure chaque fois. Les liqueurs éthérées sont réunies et conservées.

Le filtrat précédent est porté au bain-marie à une douce chaleur, sous un courant d'air, afin de chasser les traces de l'éther. Puis cette solution, toujours acide, est épuisée à quatre reprises avec du chloroforme. On réunit là encore et on conserve les liqueurs chloroformiques.

A ce moment, le filtrat est alcalinisé par une solution de carbonate de soude, et on épuise comme précédemment, d'abord avec de l'éther, puis avec du chloroforme.

Toutes ces solutions éthérées et les solutions chloroformiques sont distillées et abandonnées à une évaporation spontanée.

EXAMEN DES RÉSIDUS.

1) *Ether acide*. — Le résidu, d'odeur spéciale, faiblement aromatique, est formé de paillettes jaunâtres, solubles dans l'eau. Cette solution aqueuse réduit nettement la liqueur de Fehling et donne avec le réactif de JUNGMANN, après addition d'ammoniaque, une coloration vert-noirâtre ne pouvant être comparée avec celle de l'arbutine. D'ailleurs, la réaction de SCHIFF au perchlorure de fer dilué, provoque l'apparition d'une coloration brun-noirâtre, alors qu'elle donne une belle teinte bleue avec les solutions aqueuses types d'arbutine pure.

2) *Chloroforme acide*. — Le résidu est visqueux, jaunâtre, d'apparence oléo-résineuse, mais soluble dans l'eau.

La réduction de la liqueur de Fehling est peu accusée, par contre, la réaction de JUNGSMANN est positive ; mais la coloration est ici fugace (une demi-heure environ), tandis qu'elle persiste plusieurs jours avec l'arbutine vraie. Nous rappelons que la réaction de JUNGSMANN n'est pas spécifique de l'arbutine.

D'autre part, la réaction de SCHIFF est négative, et l'addition, à quelques centimètres cubes de la solution, de 6 à 8 gouttes d'acide azotique à 1,33 ne provoque l'apparition d'aucune coloration ; dans les mêmes conditions on aurait eu une teinte jaune avec l'arbutine.

En définitive, l'arbutine n'a pu être décelée, soit qu'elle n'existe pas, soit que ses réactions fussent masquées par la présence d'autres corps. Il n'est même pas possible d'affirmer la présence d'un glucoside, les deux solvants employés, chloroforme et éther, ayant pu enlever à la solution des traces de sucre ou de corps réducteurs.

La recherche des glucosides a été reprise dans le chapitre suivant par la méthode biochimique de BOURQUELOT.

3) *Chloroforme alcalin*. — Le résidu, très faible, est repris par l'eau ; cette solution ne donne rien avec les réactifs généraux des alcaloïdes : le réactif de Bouchardat et le réactif de Mayer, en particulier.

4) *Ether alcalin*. — Le résidu, repris par 8 gouttes d'acide sulfurique au 1/5 et 4 cc. d'eau, donne une liqueur d'apparence laiteuse qui, filtrée, est à peu près limpide. Cette liqueur, traitée par le réactif de Bouchardat, s'est troublée nettement. De même, le trouble était assez net avec le réactif de Mayer.

Une nouvelle addition d'acide sulfurique au cinquième provoque encore l'apparition d'un précipité, soluble dans l'acide chlorhydrique. La liqueur se trouble toujours par addition de réactif de Bouchardat.

La solution filtrée est placée dans une ampoule à décantation et additionnée de soude jusqu'à alcalinisation nette. On ajoute 12 cc. de chloroforme pour un volume

aqueux d'environ 25 cc. Après trois épuisements au chloroforme, de huit heures chacun, les liqueurs chloroformiques sont réunies dans un vase de Becher et abandonnées à l'évaporation. Le résidu, très faible, est repris par de l'eau acidulée.

La liqueur ainsi obtenue ne précipite plus par addition d'acide sulfurique dilué, et ne se trouble plus par les réactifs généraux des alcaloïdes.

Dès lors, il paraît évident que le précipité obtenu précédemment était dû à des substances résineuses ou tanniques, et *il est permis de conclure à l'absence d'alcaloïdes.*

CHAPTRE IV

RECHERCHE DES GLUCOSIDES PAR LA METHODE BIOCHIMIQUE DE BOURQUELOT

La méthode biochimique de BOURQUELOT est actuellement la seule méthode pratique pour déceler la présence des glucosides, ceux-ci ne possédant pas de réactifs généraux comme les alcaloïdes. Le principe en est le suivant :

Un glucoside peut être mis en évidence indirectement par le sucre réducteur ou l'aglycone, auquel il donne naissance lorsqu'on l'hydrolyse.

En 1901, BOURQUELOT proposait l'emploi de *l'émulsine* comme agent d'hydrolyse ; cette diastase présente, en effet, l'avantage de n'hydrolyser que les glucosides, sans altérer les produits de dédoublement, et, d'autre part, d'être facile à se procurer.

La méthode biochimique a été appliquée à la recherche de l'arbutine par Mlle FICHTENHOLZ (1911), dans l'*Arctostaphylos Uva-Ursi* L. Nous nous sommes inspirés largement des indications fournies par cet auteur, modifiant cependant certains détails opératoires. Voici d'ailleurs la technique suivie :

150 grammes de feuilles fraîches, soigneusement contusées au mortier, sont projetés avec précaution dans 1.200 cc. d'alcool à 90°, porté à l'ébullition dans un ballon chauffé au bain-marie (l'alcool a été additionné de 2 gr. de carbonate de calcium, afin de neutraliser les acides organiques, l'acidité favorisant l'hydrolyse des glucosides). Le ballon est relié aussitôt à un réfrigérant à reflux, et on maintient l'ébullition pendant vingt minutes.

On laisse reroidir et on décante le liquide alcoolique. Le marc est de nouveau épuisé à l'ébullition pendant vingt minutes dans la même quantité d'alcool à 90°, mais ne contenant que un gramme de carbonate de calcium. Après refroidissement, on décante et on soumet le marc à la presse.

Les liqueurs réunies, sont filtrées aux trois quarts pour en retirer l'alcool ; le liquide résiduel est alors filtré, et tout l'alcool chassé au bain-marie à 45°, sous un fort courant d'air.

On reprend l'extrait ainsi obtenu par 270 cc. d'eau distillée et 30 cc. de sous-acétate de plomb au demi. La défécation n'est pas complète, mais, d'après Mlle FICHTENHOLZ, elle est suffisante pour permettre l'action de l'émulsine. On filtre et on détermine la rotation du liquide filtrant au polarimètre.

Au tube de 2 décimètres et à une température de 23°, la rotation était de : — 1°, soit : — 2°, si le volume eut été de 150 cc. Ce résultat peut être apprécié à 4' près.

Le précipité resté sur le filtre est repris par l'eau et lavé soigneusement. Les eaux de lavage, concentrées au bain-marie sous pression réduite, sont réunies au filtrat précédent.

On précipite alors l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré, on filtre, et l'hydrogène sulfuré en excès est chassé par le vide à une douce chaleur. On neutralise *en partie seulement* l'acide acétique par du carbonate de soude et on concentre au bain-marie, sans dépasser 45°. Il est avantageux d'opérer, comme nous l'indiquons, en milieu légè-

rement acétique. En effet, un excès d'acide acétique en *présence d'acétate* est fort peu ionisé ; pratiquement, la solution n'est donc pas acide et le glucoside ne saurait être altéré au moment de la concentration.

D'autre part, ce procédé d'élimination de l'excès d'acidité par neutralisation partielle et entraînement par l'eau, nous paraît plus pratique que l'entraînement de l'acide par l'alcool, proposé par Mlle FICHTENHOLZ ; l'entraînement par l'alcool est d'ailleurs très lent (dix fois plus lent qu'avec l'eau (JAULMES 1932, p. 118).

Le résidu de la concentration est alors repris par de l'eau distillée saturée de toluène et porté à 150 cc. On obtient se la sorte une solution légèrement colorée, infermentescible, dont 1 cc. correspond à 1 gr. de drogue.

Ce liquide examiné au polarimètre donne, dans les mêmes conditions que précédemment, une rotation de : — 2°, montrant ainsi l'exactitude de nos prévisions.

Afin d'être certain que la plante ne renferme pas d'hydroquinone qui, d'après les recherches de Mlle FICHTENHOLZ (1909), retarde l'action de l'émulsine, on agite, à deux reprises, dans une ampoule à décantation, les 150 cc. du soluté précédent avec de l'éther (150 cc. chaque fois).

La solution aqueuse examinée au polarimètre présente la même rotation de : — 2° à la température de 23°.

On peut donc conclure à l'absence d'hydroquinone. En effet, l'éther évaporé n'abandonnait comme résidu que des traces d'une substance d'allure résineuse, à odeur aromatique, ne donnant aucune des réactions de l'hydroquinone.

L'émulsine étant très souvent accompagnée d'une autre diastase, l'invertine, qui dédouble le saccharose, le changement de rotation n'indiquerait pas obligatoirement la présence d'un glucoside. Dès lors, 100 cc. du soluté précédent sont placés à l'étuve à 37° dans un flacon bien bouché et additionnés de 0 gr. 50 d'invertine. Les 50 autres centimètres cubes sont conservés comme témoin.

Après quatre jours de séjour à l'étuve à 37°, le liquide était filtré et examiné. Résultat : — 2° 40' à la température de 23°.

L'efficacité et la pureté de l'invertine employée ont été vérifiées simultanément en faisant agir ce ferment sur une solution titrée de saccharose et une solution titrée d'arbutine.

Nous pouvons donc conclure à la présence de saccharose chez *Erica multiflora* L. et nous vérifions de la sorte, à la suite de nombreux auteurs, l'hypothèse émise par BOURQUELOT, en 1907, qui veut que : « le sucre de canne soit un principe nécessaire aux échanges nutritifs dans les plantes à chlorophylle ».

L'excès d'invertine est alors détruit en plongeant le flacon, après en avoir fixé le bouchon, pendant vingt minutes dans l'eau d'un bain-marie bouillant. On laisse refroidir et on ajoute 0 gr. 25 d'émulsine. Là encore, nous nous étions assurés de l'activité du ferment employé en l'essayant, au préalable, sur une solution titrée d'arbutine.

Après quatre jours de séjour à l'étuve à 37°, la déviation au polarimètre était de : — 3° 46' à + 23°.

Dès lors, il est permis d'affirmer la présence d'un glucoside chez *Erica multiflora* L., mais ce glucoside ne saurait être l'arbutine, la déviation ayant eu lieu vers la gauche.

CONCLUSIONS

Nous avons esquissé dans ce travail une étude anatomique, écologique et chimique de l'appareil végétatif de *Erica multiflora* L., et nous pouvons conclure que ce végétal est particulièrement bien adapté au climat méditerranéen.

L'étude anatomique nous a révélé chez *Erica multiflora* de nombreux caractères de xérophilie ; on assiste, en effet, dans la racine et dans la tige, à une subérification précoce suivie de lignification du parenchyme cortical et de l'endoderme. Simultanément, les couches les plus externes de ce tissu subéreux néoformé s'exfolient, et, dans la racine âgée, ce seront en définitive les tubes libériens périphériques qui, après incrustation de lignine, assureront la protection du reste de l'appareil vasculaire. Notons encore le nombre restreint de vaisseaux de bois, tous sensiblement du même diamètre, et noyés dans un tissu scléreux.

On retrouve un autre caractère de xérophilie dans la forme « éricoïde » des feuilles ; celles-ci présentent, en outre, un sillon sur la face inférieure. Nous avons pu, par des coupes en série, suivre l'évolution du sillon, et préciser qu'il n'était nullement préformé.

Comme dernier caractère de xérophilie, nous citerons l'épiderme foliaire dont les cellules, fortement cutinisées,

contiennent du mucilage. L'origine de ce mucilage et ses relations possibles avec la présence de mycorhizes, sont encore à l'étude.

D'autre part, *Erica multiflora* s'accommode ou « exige » une teneur assez élevée du sol en carbonate de chaux (18 à 20 %) ; ce calcaire ne paraît pas gêner l'évolution de ce végétal, qui ne présente jamais d'oxalate de chaux dans ses tissus.

L'adaptation de *Erica multiflora* au climat méditerranéen est encore corroborée par l'étude de la pression osmotique de son suc cellulaire.

Cette espèce eu-méditerranéenne, réagit par suite de son enracinement relativement superficiel, mais réagit faiblement, au moment des fortes chaleurs estivales ; la comparaison avec les courbes de pression osmotique des autres Ericacées ne laisse aucun doute à ce sujet. Il serait intéressant, par des déterminations simultanées, de suivre les variations possibles de la pression osmotique de *Erica multiflora* avec la nature du terrain.

L'étude de l'ionisation ne nous a donné aucun résultat, le nombre des mesures comparatives étant trop faible.

Quant à l'étude chimique, en dehors de l'analyse des cendres, elle nous a permis de conclure à l'absence d'alcaloïdes, mais à la présence d'émulsine, de tanins et d'un glucoside qui ne saurait être de l'arbutine. Il reste à identifier ce glucoside et à le rechercher dans les autres Ericacées de notre région languedocienne.

BIBLIOGRAPHIE

1876. — BAILLON. Histoire des plantes. Hachette édit. Paris.
1901. — BONNIER et LECLERC DU SABLON. Cours de botanique. Dupont, édit., Paris, t. I, p. 1050.
1901. — BOURQUELOT. Recherche dans les végétaux, du sucre de canne à l'aide de l'invertine, et des glucosides à l'aide de l'émulsine. *Journ. Pharm. et Chim.*, 6^e s., t. 14, p. 481.
1907. — BOURQUELOT. Sur l'emploi des enzymes comme réactifs de laboratoire. *Journ. Pharm. et Chim.*, 6^e s., t. 25, p. 378.
1910. — BOURQUELOT et FICHTENHOLZ. Arbutine et Méthylarbutine. Caractères, distinction et recherche dans les végétaux. *Journ. Pharm. et Chim.*, 7^e s., t. I, p. 62.
1910. — BOURQUELOT et FICHTENHOLZ. Sur la présence d'un glucoside dans les feuilles de poirier et sur son extraction. *Journ. Pharm. et Chim.*, 7^e s., t. 2, p. 97.
1912. — BOURQUELOT et FICHTENHOLZ. Application de la méthode biochimique à l'étude des feuilles de *Kalmia latifolia* L. ; obtention d'un glucoside. *Journ. Pharm. et Chim.*, 7^e s., t. 5, p. 49.
1912. — BOURQUELOT et FICHTENHOLZ. Identification du glucoside des feuilles de *Kalmia latifolia* avec l'asébotine. *Journ. Pharm. et Chim.*, 7^e s., t. 7, p. 296.
1913. — BOURQUELOT et FICHTENHOLZ. Application de la méthode biochimique à la recherche du saccharose et des glucosides dans quelques Ericacées. *Journ. Pharm. et Chim.*, 7^e s., t. 8, p. 158.

1912. — BOURQUELOT et HÉRISSEY. Du choix de la levure dans l'application des procédés biochimiques à la recherche des sucres et des glucosides. *Journ. Pharm. et Chim.*, 7^e s., t. 6, p. 246.
1930. — BOWERS. The developpent of pollen and viscin stands in (*Rhododendron cataverbiense*). *Bull. Torrey bot. club*, t. 57, p. 285.
1926. — BRAUN-BLANQUET. Empetraceae und Ericaceae. Lehmanns Verlag, Munich.
1928. — BRAUN-BLANQUET et PAVILLARD. Vocabulaire de Sociologie végétale (3^e édition), Montpellier.
1931. — BRAUN-BLANQUET et WALTER. — Zur Okologie der Meditteranpflanzen. *Jahrb. für wiss. Bot.*, Bd. 74, Leipzig.
1890. — BRAEMER. Les Tannoïdes. Thèse Diplôme supérieur de Pharmacie, Lyon.
1888. — BREITFELD. Der anatomische Bau der Blätter der Rhododendroideae in Beziehung zu ihrer systemat. Gruppierung und geogr. Verbreitung. *Englers Botan. Jahrb.* Bd. 9.
1928. — DAUCAN. Contribution à l'étude du rôle physiologique du Magnesium chez les végétaux. Thèse Doct. Pharm., Montpellier.
1886. — DEIBERT. *Kalmia angustifolia* L. Thèse résumée dans : *Am. Journ. of Pharm.*, t. 58, p. 417.
1888. — DE ZAAYER. — Untersuchungen über Andromedotoxin, den giftigen Bestandteil der Ericaceae. *Arch. der Pharm.*, t. 26, p. 997.
1913. — DIXON et ATKINS. Osmotic pressures in plants I and II. *Bot. School, Trinity College. Dublin*, t. 2, p. 154-166.
1915. — DIXON et ATKINS. Osmotic pressures in plants V. *Proc. Dublin Soc. N. S.*, t. 14, p. 445.
1928. — DOP et GAUTIÉ. Manuel de technique botanique. Lamarre, édit., Paris.
- 1826-1827. — DON. On the affinities of the Empetraceae, a natural group of plants. *Edinb. New Phil. Journ.*
1897. — ENGLER et PRANTL. Natürliche Pflanzen-Familien, t. 4, Ab. 1 et 2 p. 58
1908. — FICHTENHOLZ. Recherche de l'arbutine dans les végétaux. *Journ. Pharm. et Chim.*, 6^e s., t. 28, p. 255-256.
1930. — BRIDEL. Sur l'hydrolyse par l'émulsine de deux glucosides considérés comme non hydrolysables par ce produit fermentaire : asébotoside (asébotine) et phlori-

- zozide (phlorizine). *Bull. Soc. Chim. biol.*, t. 12, p. 921-930.
1930. — BRIDEL et BOURDOUIL. L'unédoside, nouveau glucoside hydrolysable par l'émulsine, retiré des feuilles et des rameaux frais de l'Arbousier. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, t. 12, p. 910.
1929. — BRIDEL et GRILLON. Sur la présence de notables quantités de monotropitoside dans le « *Gaultheria procumbens* » (plante entière), après dessiccation. *Journ. Pharm. et Chim.*, 8^e s., t. 9, p. 193.
1870. — CLAASSEN. Vacciniin, a crystallizable principle extracted from the leaves of the cowberry (*Vaccinium Vitis-Idaea* L.). *Am. Journ. of Pharm.*, t. 42, p. 297.
1885. — CLAASSEN. On Arbutin, the bitter principle of the cowberry (*Vaccinium Vitis-Idaea* L.). *Am. Journ. of Pharm.*, t. 57, p. 321.
1897. — COURCHET. Traité de Botanique. Baillière, édit., Paris, t. 2, p. 1289.
1921. — CHRISTOPH. *Beihefte zum Botan. Centralblatt*. Bd. 38.
1911. — FICHTENHOLZ. Le glucoside de la Pyroïle à feuilles rondes. *Bull. Sc. Pharm.*, p. 253.
1911. — FICHTENHOLZ. Application de la méthode biochimique à l'analyse de la Busserole. *Journ. Pharm. et Chim.* 7^e s., t. 4, p. 441-446.
1873. — FLINT. *Arctostaphylos glauca* Lindl. *Am. Journ. of Pharm.*, t. 45, p. 197-199.
1817. — GERARDIN et DESVAUX. Dictionnaire raisonné de Botanique.
1914. — GORIS. Localisation et rôle des alcaloïdes et des glucosides chez les végétaux. Lechevalier, édit., Paris.
1870. — GRIS. Anatomie comparée de la moelle dans les Ericinées. *Bull. Soc. Bot. France*, t. 17, p. 11.
1893. — HARIOT. — Quelques plantes à alcool. *Naturaliste*.
1916. — HARRIS et LAWRENCE. The cryoscopic constants of expressed vegetable saps as related to local environmental conditions in the Arizona deserts. *Phys. Research*, t. 2, p. 1.
1926. — HEGI. *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*. Lehmanns Verlag, Munich, p. 1602.
1905. — HIRSCHSOHN. Ursone. *Bull. Pharm. Sud-Est.*, p. 474.

1932. — JAULMES. Contribution à l'étude de la distillation des solutions diluées, cas des solutions aqueuses d'acides volatils. Thèse Doct. Sciences, Montpellier, p. 118.
1852. — KAWALIER. Ueber die Blätter von *Arctostaphylos Uva-Ursi* Spreng. *Lieb. Ann.*, t. 84, p. 356.
1875. — KENNEDY. On Arbutin of *Kalmia latifolia* L. *Am. Journ. of Pharm.*, t. 47, p. 5.
1921. — KNUDSON et GINSBURG. Suggestions with respect to the measurement of osmotic pressure. *Am. Journ. of Bot.*, t. 8, p. 164.
1885. — KUEHNEL. *Rhododendron maximum* L. (Great Laurel). Thèse résumée dans : *Am. Journ. of Pharm.*, t. 57, p. 164.
1908. — LEMAIRE. Arbutine, sa différenciation avec l'hydroquinone. *Bull. Pharm. Sud-Est*, p. 84.
1824. — LINK. *Elementa Philosophiae Botanicae*. Hand. und Spener, édit., Berlin.
1887. — LORET et BARRANDON. — Flore de Montpellier (2^e édit.). Masson, édit., p. 312.
1874. — MAISCH. On the occurrence of arbutin in Ericaceous plants. *Am. Journ. of Pharm.*, t. 46, p. 314.
1881. — MICHAEL. Ueber die Synthese des Methyларbutins. *Ber. Chem. Ges.*, t. 14, p. 2097.
1877. — MORI. Sulla struttura delle foglie delle Ericaceae. *Nuovo giornale botanico italiano*, p. 153.
1883. — MORI. Toujours sur la structure des feuilles chez les Ericacées. *Nuovo giornale botanico italiano*, p. 278.
1890. — NIEDENZU. Ueber den anatom. Bau der Laubblätter der Arbutioideae und Vaccinioideae usw. *Engler's Botan. Jahrb.* Bd. 11.
1872. — OXLEY. On some constituents of Ericaceous plants. *Am. Journ. of Pharm.* t. 44, p. 250.
1904. — PELTRISOT. Développement et structure de la graine chez les Ericacées. Thèse Fac. Sc. Paris. 86 p. et 173 fig.
1923. — PLANCHON et BRETIN. Précis de matière médicale. Maloine, édit., Paris, t. 2, p. 1064.
1895. — PLANCHON et COLLIN. Les drogues simples d'origine végétale. Doin édit. Paris. t. I, p. 778.
1883. — PLUGGE. Andromedotoxin. *Am. Journ. of Pharm.* t. 55, p. 196.

1931. — RABATÉ et MA. RABATÉ. Sur le gauthérioside, nouvel hétéroside extrait de la gaulthérie fraîche (plante entière) *Bull. Soc. Chim. biol.*, t. 13, p. 604.
1915. — RAYNER. Mycorrhiza. *Annals of Botany*, t. 29, p. 99-133.
- 1926-1927. — RAYNER. Mycorrhiza. *The New Phyt.*, t. 25, p. 1-50, 65-108, etc..
1881. — SMITH. Examination of Ericaceous plants. Thèse résumée dans : *Am. Journ. of Pharm.*, t. 53, p. 549.
1911. — STAUFFER. Notes sur quelques Ericacées indigènes. *La-Chaux-de-Fonds*.
1694. — TOURNEFORT. Eléments de Botanique ou méthode pour connaître les plantes. Imprimerie royale. Paris.
1854. — TROMMSDORFF. *Arch. Pharm.* p. 274.
1908. — TSCHIRCH. Handbuch der Pharmakognosie. Leipzig, t. 2, p. 1338.
1907. — TUNMANN. Sur les feuilles d'Uva-Ursi et sur la recherche micro-chimique de l'arbutine. *Journ. Pharm. et Chim.* 6^e s., t. 25, p. 4.
1864. — ZWENGER et HIMMELMANN. Ueber Chinasäure Ericinon und Arbutin. *Lieb. Ann.*, t. 129, p. 203.
1918. — VAN ITALLIE. Sur la composition de l'*Empetrum nigrum* L.. *Journ. Pharm. et Chim.*, 7^e s., t. 18, et *Pharm. Weekbl.*, t. 55, p. 709.
188. — VAN TIEGHEM et DOULIOT. Sur le réseau sus-endodermique de la racine chez les Légumineuses et les Ericacées. *Bull. Soc. bot. France*, t. 35, p. 273.
1931. — WEILL. La racine de Palmier Nain falsification de la Sal-sepaille. Th. Doct. Pharm., Strasbourg.

En ma qualité de Censeur de
tour, j'ai lu la thèse ayant pour
titre :

Erica multiflora L., ou « Bruyères à fleurs nombreuses »,
présentée par M. GIROUX Jean

Je pense que la Faculté peut en
permettre l'impression.

Montpellier, le 11 janvier 1934

Le Professeur,
A. JUILLET.

Vu :

Montpellier, le 12 janvier 1934

Le Doyen,
FONZES-DIACON.

Vu et permis d'imprimer : —

Montpellier, le 13 janvier 1934

Le Recteur,
TAILLART.

TABLE DES MATIERES

PREMIERE PARTIE. — GENERALITES SUR LES ERICACEES

INTRODUCTION	9
CHAPITRE PREMIER. — HISTORIQUE.	11
CHAPITRE II. — CARACTÈRES DE LA FAMILLE	16
CHAPITRE III. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE	18
CHAPITRE IV. — ECOLOGIE	21
CHAPITRE V. — PARASITES	23
CHAPITRE VI. — ANATOMIE	26
CHAPITRE VII. — CHIMIE	28
CHAPITRE VIII. — PHARMACOLOGIE ET USAGES	32

DEUXIEME PARTIE. — MORPHOLOGIE ET ANATOMIE DE L'APPAREIL VEGETATIF DE ERICA MULTIFLORA L.

CHAPITRE PREMIER. — MORPHOLOGIE	36
<i>Historique</i>	36
<i>Caractères</i>	36
CHAPITRE II. — LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE	39
CHAPITRE III. — ANATOMIE DE L'APPAREIL VÉGÉTATIF	40
<i>Racine</i>	40
<i>Tige</i>	45
<i>Feuille</i>	49

TROISIEME PARTIE. — ECOLOGIE

CHAPITRE PREMIER. — DÉTERMINATION DE LA PRESSION OSMOTIQUE DE QUELQUES ÉRICACÉES	54
<i>Matériel</i>	55
Appareillage pour le traitement préalable des organes végétaux	55
Presse pour l'extraction des sucs cellulaires. <i>Matériel cryoscopique</i>	56
<i>Application de la méthode cryoscopique à l'étude de quelques Ericacées</i>	59
<i>Interprétation des résultats</i>	60
Premier type	60
Deuxième type	61
CHAPITRE II. — MESURE DE LA RÉSISTIVITÉ DES SUCS CELLULAIRES	66
<i>Matériel</i>	66
Mesure de la résistance <i>r</i>	67
<i>Application de la méthode aux sucs cellulaires de quelques Ericacées</i>	69
<i>Résultats</i>	69

QUATRIEME PARTIE. — ETUDE CHIMIQUE
DE L'APPAREIL FOLIAIRE DE ERICA MULTIFLORA L.

CHAPITRE PREMIER. — ESSAIS PRÉLIMINAIRES	71
<i>Recherche des tanins, substances protéiques, etc...</i>	71
<i>Recherche de l'émulsine</i>	72
<i>Recherche de l'arbutine</i>	73
CHAPITRE II. — COMPOSITION MINÉRALE DES CENDRES DE L'APPAREIL FOLIAIRE	74
<i>Analyse qualitative</i>	74
<i>Analyse quantitative</i>	75
I) Dosage de SiO_2 - CaO - MgO - P_2O_5 - SO_3 NaO_2 Fe_2O_3	75
Dosage de la silice	75
Dosage du calcium	76
Dosage du magnésium	77
Dosage de l'acide sulfurique	78

Dosage du sodium	78
Dosage du fer	80
II) Dosage de CO_2 et de K_2O	80
Dosage de l'acide carbonique	80
Dosage du potassium	81
III) Dosage des chlorures	82
IV) Dosage du manganèse	82
Préparation de la gamme étalon	82
CHAPITRE III. — RECHERCHE DES GLUCOSIDES ET DES ALCALOIDES PAR LA MÉTHODE DE STASS-OTTO	83
CHAPITRE IV. — RECHERCHE DES GLUCOSIDES PAR LA MÉTHODE DE BOURQUELOT	87
CONCLUSION	91
BIBLIOGRAPHIE	93

MONTPELLIER
IMPRIMERIE MARI-LAVIT

1, Rue de Sauvages, 1

1934

